



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA AGROINDUSTRIA

**“ANÁLISIS DE LOS RESIDUOS PROVENIENTES DEL
PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DE PIÑA Y MANZANA”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

AUTOR:

JONATHAN ARIEL PILLA GUACHAMBALA

Riobamba–Ecuador

2022



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA AGROINDUSTRIA

**“ANÁLISIS DE LOS RESIDUOS PROVENIENTES DEL
PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DE PIÑA Y MANZANA”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

AUTOR: JONATHAN ARIEL PILLA GUACHAMBALA

DIRECTOR: ING. DIEGO IVAN CAJAMARCA CARRAZCO Mgs.

Riobamba–Ecuador

2022

© 2022, Jonathan Ariel Pilla Guachambala

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Jonathan Ariel Pilla Guachambala, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 15 de diciembre de 2022

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Jonathan Ariel Pilla Guachambala', written in a cursive style.

Jonathan Ariel Pilla Guachambala

C.I: 180467734-0

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA AGROINDUSTRIA

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Trabajo Experimental, “ANÁLISIS DE LOS RESIDUOS PROVENIENTES DEL PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DE PIÑA Y MANZANA”, realizado por el señor: **JONATHAN ARIEL PILLA GUACHAMBALA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal autoriza su presentación.

FIRMA

FECHA

Dra. Marina Leonor Bonilla Lucero, MsC.



2022-12-15

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Diego Ivan Cajamarca Carrazco, Mgs.



2022-12-15

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE
INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Dra. Georgina Ipatia Moreno Andrade,
MC.



2022-12-15

**ASESORA DEL TRABAJO DE
INTEGRACIÓN CURRICULAR**

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a mi madre, Jessy Geovanny Guachambala Cando por ser el pilar fundamental e incondicional, que ha apoyado mis estudios universitarios y brindado las herramientas necesarias para la culminación de mi trabajo de integración curricular.

Jonathan

AGRADECIMIENTO

Le agradezco a Dios por la salud y el tiempo de vida que me ha otorgado; a mi familia por estar presentes en cada etapa de mi vida brindándome su cariño y apoyo emocional que sirvieron como bases para fomentar mi carácter y poder alcanzar las metas que me propongo. A mi esposa e hija, por ser la fuente de inspiración que me permite mejorar cada día, gracias al amor incondicional que me han demostrado.

Jonathan

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1.	DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	3
1.1.	Antecedentes.....	3
1.2.	Planteamiento del problema.....	3
1.3.	Justificación.....	4
1.4.	Objetivos.....	5
1.4.1.	<i>Objetivo general</i>	5
1.4.2.	<i>Objetivos específicos</i>	5

CAPÍTULO II

2.	MARCO TEÓRICO.....	6
2.1.	Antecedentes de investigación.....	6
2.1.1.	<i>Ananás Comosus L.</i>	6
2.1.2.	<i>Malus domestica</i>	7
2.2.	Residuos sólidos.....	8
2.2.1.	<i>Clasificación</i>	8
2.2.1.1.	<i>Residuos sólidos urbanos, municipales o domésticos</i>	8
2.2.1.2.	<i>Residuos peligrosos</i>	9
2.2.1.3.	<i>Residuos no peligrosos</i>	9
2.2.1.4.	<i>Residuos inertes</i>	9
2.3.	Residuos líquidos.....	9
2.4.	Tratamientos aplicados y beneficios obtenidos de residuos agroindustriales.....	10
2.5.	Prevención y gestión de los residuos.....	11

2.6.	Disposición final	12
2.7.	Evaluación de impactos e industria alimenticia	12

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO.....	14
3.1.	Delimitación y extensión del experimento.....	14
3.2.	Unidades experimentales.....	14
3.3.	Materiales, equipos e insumos.....	14
3.4.	Mediciones experimentales.....	15
3.4.1.	<i>Medición en muestras líquidas</i>	15
3.4.2.	<i>Medición de sólidos</i>	16
3.4.3.	<i>Evaluación ambiental</i>	16
3.5.	Tratamientos y diseño experimental	16
3.6.	Análisis Estadísticos y Pruebas de Significancia	16
3.7.	Procedimiento experimental	16
3.7.1.	<i>Medición de residuos líquidos</i>	16
3.7.2.	<i>Medición de sólidos</i>	17
3.7.2.1.	<i>Materia orgánica</i>	17
3.7.2.2.	<i>Humedad</i>	18
3.7.2.3.	<i>Ceniza</i>	18
3.7.2.4.	<i>pH</i>	19
3.7.3.	<i>Evaluación ambiental</i>	19
3.7.4.	<i>Propuestas de tratamiento para la disposición final</i>	21

CAPÍTULO IV

4.	MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	23
4.1.	Caracterización de los residuos sólidos	23
4.2.	Caracterización de los residuos líquidos	25
4.3.	Evaluación ambiental	28
2.1.	Opciones de tratamiento.....	29
4.4.1.	<i>Empleo de un catalizador enzimático para aguas residuales (O1)</i>	30
4.4.2.	<i>Compost (O2)</i>	30
4.4.3.	<i>Tratamiento de aguas residuales con microalgas heterótrofas (O3)</i>	30
4.4.4.	<i>Fibra dietética (O4)</i>	30

4.4.5.	<i>Aceites esenciales (O5)</i>	31
4.4.6.	<i>Enzimas (O6)</i>	31
4.4.7.	<i>Biogás (O7)</i>	31
CONCLUSIONES		33
RECOMENDACIONES		34
BIBLIOGRAFÍA		
ANEXOS		

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-3:	Valoración de los elementos para la matriz de Canter	20
Tabla 2-3:	Ponderación de criterios de la importancia para la evaluación ambiental.....	21
Tabla 3-3:	Ponderación de criterios de la magnitud para la evaluación ambiental.....	21
Tabla 4-3:	Ponderación de criterios seleccionados para la evaluación de las propuestas	22
Tabla 1-4:	Caracterización de los residuos sólidos de la manzana	23
Tabla 2-4:	Caracterización de los residuos sólidos de la piña	24
Tabla 3-4:	Caracterización de los residuos líquidos de manzana.....	25
Tabla 4-4:	Caracterización de los residuos líquidos de piña.....	26
Tabla 5-4:	Resumen de los impactos ambientales evaluados	28
Tabla 6-4:	Evaluación de las opciones de tratamiento de los residuos de la manzana y piña	32

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-2: Estrategias de gestión de residuos en porcentaje a nivel mundial	11
--	----

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS EFECTUADOS A LOS RESIDUOS SÓLIDOS DE MANZANA
- ANEXO B:** RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS EFECTUADOS A LOS RESIDUOS SÓLIDOS DE PIÑA
- ANEXO C:** RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS EFECTUADOS A LOS RESIDUOS LÍQUIDOS DE MANZANA
- ANEXO D:** RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS EFECTUADOS A LOS RESIDUOS LÍQUIDOS DE PIÑA
- ANEXO E:** MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES
- ANEXO F:** EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES
- ANEXO G:** MUESTRAS SECAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS
- ANEXO H:** PESADO DE LAS MUESTRAS SECAS
- ANEXO I:** RESIDUOS PROCEDENTES DE LA MANZANA
- ANEXO J:** ENFRIADO DE LAS MUESTRAS EN EL DESECADOR
- ANEXO K:** CALCINACIÓN DE LAS MUESTRAS
- ANEXO L:** MEDICIÓN DE pH DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DE PIÑA Y MANZANA

RESUMEN

El estudio planteado fue analizar los residuos provenientes del proceso de deshidratación de piña (*Ananas Comosus L.*) y manzana (*Malus domestica*) que se obtiene como desecho de esta industria. En este sentido, el objetivo de la investigación fue abarcar los análisis de los distintos residuos en donde se evaluó los impactos ambientales que generan. Para lo cual se efectuaron mediciones de los residuos líquidos in situ (temperatura, turbiedad, sólidos totales, pH, conductibilidad) y pruebas DBO, DQO; de igual manera se realizó mediciones de los residuos sólidos (materia orgánica, humedad, ceniza, pH) para determinar los impactos ambientales derivados del proceso de deshidratación, se aplicó la matriz de Leopold modificada y se analizó propuestas de tratamiento para la disposición final de los residuos sólidos y líquidos. La caracterización de estos es muy similar a otros estudios efectuados, donde se mostró en los residuos sólidos de la manzana un porcentaje de 94,38% y de la piña 96,32% indicando valores altos de materia orgánica, humedad y altas cargas contaminantes, por otro lado, en la evaluación se obtuvo tres impactos ambientales severos relacionados con el transporte del material que afecta la calidad del suelo, agua y aire. Se concluye que los desechos provenientes del proceso industrial de deshidratación de frutas son viables para gestionar múltiples fines y obtener productos de alto valor, se recomienda buscar propuestas oportunas para tener una producción ambientalmente sostenible.

Palabras clave: <AGROINDUSTRIA>, <PIÑA (*Ananas Cosmosus L.*)>, <MANZANA (*Malus domestica*)>, <DESHIDRATACIÓN>, <RESIDUOS>.



D.B.R.A.I.
Ing. Gerardo Castillo



0761-DBRA-UTP-2023

ABSTRACT

The objective of this study was to analyze the wastes from the dehydration process of pineapple (*Ananas Comosus L.*) and apple (*Malus domestica*) obtained from this industry. This study aimed at covering the analysis of the different wastes in which their environmental impacts were assessed. For which, the liquid wastes were measured in situ (temperature, turbidity, total solids, pH, conductivity) and the biochemical oxygen demand (BOD) and the chemical oxygen demand (COD) tests were done. In addition to this, the solid wastes (organic matter, humidity, ash, and pH) were measured to determine the environmental impacts caused by the dehydration process. The modified Leopold matrix was applied, and the treatment proposals for the final disposal of the liquid and solid wastes were analyzed. The characteristics of these are very similar to other studies in which the solid wastes of apple were 94.38% and the pineapple ones were 96.32% indicating high values of organic matter, humidity, and high contaminant loads. A total of three severe environmental impacts related to the material transport affecting the soil quality, water, and air were obtained. It can be concluded that the wastes obtained from the industrial process of the fruit dehydrations can be used for multiple purposes and obtain high value products. It is recommended to look for timely proposals to have an environmentally sustainable production.

Keywords: <AGRIBUSINESS>, <PINEAPPLE (*Ananas Cosmosus L.*)>, <APPLE (*Malus domestica*)>, <DEHYDRATION>, <RESIDUOS>.



Dra. Rocío Barragán M.

0602768293

0761-DBRA-UTP-2023

INTRODUCCIÓN

El crecimiento de la población es una variable que, para satisfacer las necesidades del ser humano, genera una gran cantidad de residuos, así como nuevas industrias, incluido los alimentos que al estar industrializados su generación aumenta constantemente (Bone y López, 2021, p. 22). Es así que toda materia prima empleada en todo proceso de transformación genera desechos que pueden ser tanto líquidos como sólidos y que son un problema ambiental debido a la disposición de los mismos (Cury et al., 2017, p.123).

En el caso del Ecuador no existe un aprovechamiento eficiente de los residuos de la industria agroalimenticia, ya que se desconoce totalmente, sobre el manejo que debe aplicarse y que todo proceso conlleva a la generación de varios tipos de residuos (Riera et al.,2019, p.228). Entre los principales, se pueden encontrar gases, como la emisión de dióxido de carbono, aguas y lodos residuales. Pero la particularidad de la industria alimenticia es que se encuentran mayormente residuos orgánicos y sólidos (Vargas y Pérez, 2018, p.62). Por lo que, en consideración a lo anterior, los residuos sólidos, son una de las problemáticas con un origen en el crecimiento poblacional y el aumento de consumo de bienes y/o productos, se ha transformado en algo perjudicial para la salud ambiental (Franco et al., 2018, p.185).

Dentro de un proceso productivo existen problemas como la generación de residuos tanto líquidos como sólidos que resultan de las etapas de obtención de un producto, incrementándose en el tiempo y al no disponer de una valorización o disposición final pueden perjudicar notablemente la calidad del suelo, conllevando a la acumulación de los mismos y a que sean un potencial foco de contaminación, aumento de microorganismos, propagación de olores y vectores (Cotrina et al., (2020, p.5). El manejo inadecuado de desechos es una amenaza para el medio ambiente, ya que en su mayoría la incorrecta disposición de estos ocasiona varios impactos, como la contaminación de agua, suelo y aire. Esto representa una tarea para los sistemas de gestión ambiental, y amerita que sean eficientes en la reducción de residuos y los daños ambientales asociados. Por lo que, en varios lugares del mundo en donde no existe un sistema de tratamiento de residuos, optan por disponerlos en vertederos abiertos o bajo tierra (Revelo, 2019, p.33).

En países donde la industria está de la mano con el tratamiento y valorización de residuos, estos son aprovechados y se reduce significativamente la cantidad que va directo a la disposición final. Al no incluirse como desecho sino como subproducto estos se incorporan como materia prima en algunos procesos productivos, que contribuye al cuidado del medio ambiente. En el caso de los residuos procedentes de restos orgánicos como frutas y hortalizas el 40 a 50% se desperdicia

como desechos, mientras que en otros casos estos son empleados en la obtención de biocombustibles, dándoles una revalorización (Hernández et al., 2017, p.2).

En la agroindustria toda la materia prima se transforma y de este proceso se obtienen una cantidad considerable de residuos (Cury et al., 2017, p.123). Es así como dentro del Ecuador no existe un indicador del aprovechamiento eficiente de estos restos, generando un gran desconocimiento acerca del manejo de residuos (Riera et al., 2018, p.227). La reutilización de residuos agroindustriales previene la contaminación y da un valor agregado al procesamiento de materiales biológicos (Vargas y Pérez, 2018, p.61). Es por ello, que resulta esencial caracterizar los residuos y establecer un potencial aprovechamiento en lugar de desecharlos.

Uno de los sectores productivos del país se encuentra en la Zona 3, comprendida por Tungurahua, Cotopaxi, Chimborazo y Pastaza, provincias que resaltan por su elevada producción agropecuaria enfocada por familias campesinas productoras que presentan climas poco beneficiosos y mínima dotación tecnológica, pero que la convierte en un centro de acopio agrícola estratégico a nivel nacional para la comercialización, siendo una de sus líneas de acción la transformación de alimentos, como las frutas (Senplades, 2017, p.37).

En este marco la deshidratación de frutas es un método ampliamente utilizado para extender la vida útil de las mismas, reduciendo el porcentaje interno de agua con lo que no proliferan microorganismos patógenos (Trujillo, 2021, p.16). Este proceso no se exenta de la generación de residuos que, para los productores, así como asociaciones, son pérdidas ya que, no cuentan con el conocimiento tecnológico para reducir la cantidad de residuos e incrementar sus réditos económicos.

Con base en lo expuesto, se debe analizar los residuos provenientes del proceso de deshidratación de frutas tanto sólidos como líquidos, siendo de importancia reconocer los impactos ambientales generados por el proceso y definir propuestas de un tratamiento para su disposición final, con lo que se reduce la cantidad desechada y se da una valorización que puede beneficiar a los generadores como subproducto. Además, contribuir con conocimiento para que dentro de la Zona 3 no exista un aumento de desechos sino una disposición final que puede emplearse en diferentes alimentos y replicarse en todo el país, formando una cultura de conciencia ambiental.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1. Antecedentes

A nivel mundial las frutas y verduras representan los productos más importantes de consumo humano, siendo uno de los beneficios nutricionales a resaltar su indispensable contenido de vitaminas y minerales. Entre los cultivos con mayor relevancia están la manzana y la piña, ya que son consumidos en todos los países, así como en diferentes temporadas del año. Se cultivan en sitios como China, India e Irán; la producción es destinada tanto para comercialización interna como transformación de alimentos (Trujillo, 2021, p.8).

En el Ecuador la manzana, es una especie con gran adaptación al clima y al suelo, además presenta un alto valor nutricional por lo que se consumen hasta 9.000 toneladas métricas (Tm) de esta fruta (Allauca, 2018, p.119). A su vez la piña es cultivada en la zona del litoral, con una producción de 126.454 Tm (Ugarte, 2018, p.18). Por lo antes expuesto, es notorio que estos productos pueden generar una gran cantidad de residuos en una proporción considerable debido a que existe un gran volumen en el mercado.

Uno de los procesos productivos, donde se emplean estas frutas es la deshidratación, observándose que dentro del mercado ha ido creciendo y busca presentarse en mercados internacionales, principalmente por que los insumos están presentes durante todo el año, con lo que tienen un gran potencial de producción. Se conoce que, desde el Ecuador, se han exportado hasta 229,4 toneladas de frutas deshidratadas que en su mayoría están destinadas a Europa (Arce y Reyna, 2020, p.6).

1.2. Planteamiento del problema

En la deshidratación, luego de ser procesados tanto la manzana como la piña generan residuos, ya que en la transformación se desechan partes como las cáscaras, semillas, entre otros. En este marco al llevar este proceso a una escala industrial, es decir, producción en masa, estos residuos se incrementan a diario y una de las herramientas empleadas para identificar los impactos ocasionados por una actividad, es la evaluación de impactos ambientales. Es con ello que se determinan los principales aspectos que tienen relación con el ambiente y el resultado es la determinación tanto positiva como negativa de los impactos (Pillajo, 2020, p.6).

El impacto identificado y evaluado permite el conocimiento de una actividad productiva, por lo tanto, puede mitigarse y así contribuir en un plan de mejora para brindar soluciones. En el caso de los residuos esta herramienta reduce la contribución en gran medida al contaminar al ambiente, porque varias etapas del proceso productivo consumen recursos como el agua, electricidad y en casos puntuales los desechos no son caracterizados y se disponen sin un tratamiento previo. Al destinar todos los residuos al relleno sanitario genera un problema operativo, principalmente porque se reduce la vida útil del mismo, además que el volumen generado puede resultar en un subproducto positivo. Es así como los desechos pueden comercializarse, emplearse en otros procesos, revalorizarse y así evitar que se dispongan sin una debida gestión (Cury et al., 2017, p.124).

1.3. Justificación

La realización del presente estudio contribuye con información vital para mejorar la eficiencia dentro de los procesos productivos, ya que la metodología propuesta puede ser replicable en distintas actividades y así brindar soporte para las soluciones relacionadas a la gestión de residuos. Es así como, el campo de producción toma un nuevo horizonte en donde se conocen los beneficios de una correcta identificación de impactos ambientales, así como las propuestas que pueden mitigar los efectos negativos para que las organizaciones opten por gestionar de mejor manera su nivel de producción.

Al conocer el origen de los residuos pueden emplearse técnicas como la reducción de los mismos, rediseñar el proceso productivo y considerar aspectos fundamentales dentro del mismo que van a contribuir con la mejora del proceso productivo y a una mejor gestión del medio ambiente (Cury et al., 2017, p.126). Para las empresas, estas acciones representan un gran potencial para la producción de alimentos, pudiendo mejorar la imagen de la organización y así ser más competitivos en el mercado (Bone y López, 2021, p.25).

El interés de esta investigación se relaciona con los objetivos de desarrollo sostenible (ODS), donde se busca la producción y consumo responsable, ODS 12. Así como también, el presente trabajo se alinea al Plan Nacional de Desarrollo dentro del eje de transición ecológica, como indica el objetivo 11 conservar, restaurar, proteger y ejercer un uso sostenible de los recursos naturales (Senplades, 2017, p.47).

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Analizar los residuos provenientes del proceso de deshidratación de Piña (*Ananas Comosus* L.) y Manzana (*Malus domestica*).

1.4.2. Objetivos específicos

- Caracterizar los residuos sólidos y líquidos (física-química), durante el proceso de deshidratación de Piña (*Ananas Comosus* L.) y Manzana (*Malus domestica*).
- Evaluar los impactos generados provenientes del proceso de deshidratación de Piña (*Ananas Comosus* L.) y Manzana (*Malus domestica*), mediante la aplicación de la matriz de Leopold.
- Definir propuestas de tratamiento para la disposición final los residuos sólidos y líquidos provenientes del proceso de deshidratación de la Piña (*Ananas Comosus* L.) y Manzana (*Malus domestica*).

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

En el sector agroindustrial del país los procesos productivos generan aproximadamente 6 millones de toneladas al año de residuos, lo que representa una gran cantidad, que en la mayoría de los casos no presenta un tratamiento previo para su disposición final (Mora y Ventura, 2018, p.5). En el caso de las frutas o procesos que transformen a esta materia prima, generan varios desechos, tanto líquidos como sólidos, que no son caracterizados para que se analice su composición fisicoquímica en miras de un aprovechamiento de estos (Vargas y Pérez, 2018, p.62). En este marco se reconoce que las tres cuartas partes de residuos de la industria desulpadora y provenientes de la deshidratación generan más del 55% de los desperdicios, por lo que es necesario una evaluación para determinar un tratamiento (Riera et al., 2018, p.228).

2.1. Antecedentes de investigación

2.1.1. *Ananás Comosus L.*

La piña (*Ananas Cosmosus L.*) es una planta que pertenece a la familia de las bromeliáceas que presenta hojas dispuestas en espirales, el embrión tiene una sola hoja y del centro surge el vástago cuyo extremo dará lugar al fruto. Este tipo de fruto puede desarrollarse en zonas tropicales de 100 a 1000 metros sobre el nivel del mar a una T° de entre 20 y 27 °C. La composición es de 85% de agua con propiedades diuréticas y desintoxicante (Ugarte, 2018, p.7). En el Ecuador la producción de piña ha demostrado un aumento del 4% ya que, se contaba con 126.000 toneladas producidas, siendo las zonas de cultivo las provincias como Santo Domingo de los Tsáchilas, Pichincha, Manabí, Loja, Guayas, Los Ríos y Esmeraldas (Justillo y Ramírez, 2021, p.55).

Chacha (2016, p.13) indica dentro de su estudio que la composición nutricional de los subproductos de piña obtenidos luego de procesar esta fruta, presentan diferentes cantidades en función si es parte de la corona, pulpa, cáscara o la piña completa. En primer lugar, la corona contiene proteína bruta (PB) entre 7,42 y 9,3%, fibra detergente neutra (FDN) entre 52,2 y 57,7%. En el caso de la pulpa la materia seca (MS) se encuentra en un valor de 16,84%, la PB 1,05%, FDN en 35,06%, fibra detergente acida (FDA) en 16,79% y cenizas entre 0,53 a 1,6%. La cáscara contiene 26,6% de MS, 6,9% de PB, 54,8% de FDN, 20,8% de FDA y 10,1% de cenizas. Por último, la fruta completa contiene 29,5% de MS, 8,2% de PB, 63,9% de FDN, 34,3% de FDA y 8,8% de cenizas. Lazo et al. (2018, p.63) dentro de su estudio de caracterización fermentativa y nutricional de mezclas de corona de piña con guineo, determinaron que la composición de la corona de piña es la

siguiente: 9,10% de MS, 12,09% de proteína cruda (PC), 8,79% de cenizas, 57,50 de FDN y 32,50 de FDA. Aruna (2019, p. 3) en su estudio de un producto de valor agregado a base de cáscaras de piña mediante fermentación en estado sólido, indica que la composición química del desecho de piña presenta 4,53% de PC, 2,85% de proteína verdadera, 13,96% de fibra cruda, 0,63% de grasa bruta y 6,80% de ceniza.

Peralta (2020, p.38) en su estudio de la composición química de la piña, así como los subproductos que se generan indica que, el contenido de la cáscara es de 89,44% de HMD, 10,56% de MS, 8,58 de cenizas, 91,42% de materia orgánica (MO), 52,25% de FDN, 23,15 de FDA, y 7,49% de PB. En cambio, la corona presentó HMD del 91,01%, MS de 12,22%, cenizas de 10,07%, MO 89,93%, FDN de 54,52%, FDA de 31,95% y PB 9,45%. En el caso del corazón el contenido es de 92,18% de HMD, 7,82% de MS, 4,69 de cenizas, 95,31% de MO, 21,69% de FDN, 6,17 de FDA, y 6,29% de PB. Por otra parte, Piracon (2020, p.45) en su investigación acerca de los subproductos de piña (*Ananas Comosus*) determina que el rastrojo presenta 25% de MS y 10,1 de PC, la corona 17% de MS y 11% de PC, la cáscara y pulpa 51,9% de MS y 5,9% de PC y el corazón 21,9% de MS y 2,1% de PC.

Sukri et al. (2022, p.2513) en su investigación de la utilización sostenible de desechos de piña para la alimentación en alevines de tilapia, indican que el análisis químico realizado denota un contenido de 32% de PC, 4,53% de grasa cruda, 6,54% de fibra cruda, y 10,60% de cenizas. Owoeye et al. (2022, p.4) indican que la determinación aproximada de la composición de cáscaras de piña es la siguiente: contenido de humedad 5,10%, cenizas 3,78%, grasa cruda 5,57%, fibra cruda 4,10% y proteína 5,78%.

2.1.2. *Malus domestica*

El manzano (*Malus domestica*) es uno de los primeros árboles cultivados por el hombre, y su domesticación se remonta al siglo X; es originario de Asia y Kazajstán, introducido en Europa por los romanos y traído a América por los británicos en el siglo 17. Para el siglo XIX, los manzanos estaban completamente establecidos en toda América, el fruto era esférico con cinco alvéolos, el endocarpio era cartilaginoso, con semillas en cada alvéolo, generalmente esférico (Allauca, 2018, p.119). En el país, la zona de cultivo de manzanas se extiende a Serranía, en Chimborazo, Cotopaxi, Azuay, Canal y Tungurahua. En nuestro país, el 54% de la superficie productora de manzana se encuentra en la provincia de Tungurahua, y las principales zonas productoras de esta fruta son Ambato, Cevallos, Tisaleo, Quero y Píllaro (Utreras, 2017, p.21).

Entre los pocos estudios relacionados a las publicaciones donde emplean los residuos de manzana se encuentra el de Meneses (2021, p.7) en donde al valorizar los despojos provenientes de la

elaboración de sidra de manzana, caracterizó sus propiedades fisicoquímicas resultando en una acidez del 0,93%, un pH de 3,41, humedad del 4,34% y cenizas de 0,37%. Tarapuez y Forero (2021, p.23) dentro de su estudio de la composición química de los bioactivos del bagazo de manzana, indican que contiene 27,7% de sólidos totales, 1,51% de ceniza, 25,3% de celulosa y 8,69% de proteína. Salgado (2019, p.51) emplea residuos sólidos provenientes de restos orgánicos en los que se incluye la manzana que se caracterizaron resultando un pH de 4,17, sólidos totales de 89,37 g/L, DQO de 124,13 g/L y DBO de 115,45 g/L.

Martínez (2016, p.35) en su investigación del efecto de la adición de cáscara de manzana, determino que la composición de la misma presenta 81.5% de humedad, 1,45% de ceniza, 0,02% de proteína cruda, 0,35 de grasa cruda, 15% de carbohidratos y 1,59% de fibra cruda. Juárez (2016, p.53) en su estudio de la fibra de bagazo de manzana en el análisis fisicoquímico determina que presenta un pH de 3,19, azúcares reductores 12,83%, humedad 7,55%, fibra cruda 27,45%, cenizas 1,52%, proteínas 5,18% e hidratos de carbono en 50,54%. A su vez se menciona el trabajo de Castillo et al. (2011, p.142) en donde al analizar el bagazo de la manzana determina que la composición química es 14.6% de MS, 1,7% de ceniza, 16,6 fibra cruda y 1,9% de proteína cruda.

2.2. Residuos sólidos

Galvis (2016, p.105) indica que un concepto actual de residuos es considerarlo como un material que se abandona por parte del productor o poseedor que es resultado de un proceso de transformación, fabricación, consumo o utilización.

2.2.1. Clasificación

Vértice (2007, p.46) y Pérez (2017, p.45) indican que los residuos pueden clasificarse de diversos modos, pero se considera prioridad hacerlo en función a su peligrosidad y procedencia, por lo que pueden ser asimilables a domésticos, peligrosos, no peligrosos e inertes.

2.2.1.1. Residuos sólidos urbanos, municipales o domésticos

Este tipo de residuos es generado por actividades netamente domésticas o de comercios, oficinas y locales de servicio, siendo no considerados como peligrosos ya que por su composición no presentan características de riesgo. También su origen está ligado a la limpieza de vías públicas, espacios verdes, playas, animales domésticos y escombros de obras mejores (Pérez, 2017, p.45). Es por ello que se pueden citar los siguientes:

- Materia orgánica como restos de comida y de poda
- Papel y cartón (revistas, periódicos y bolsas)
- Plásticos procedentes de envases y embalajes
- Vidrios, botellas, entre otros
- Metales

2.2.1.2. Residuos peligrosos

El Ministerio de Ambiente (MAE) mediante el Acuerdo Ministerial No. 061 de año 2015, establece que un residuo peligroso es aquel resultante de un proceso de extracción, transformación, utilización, entre otras, que presente características corrosivas, reactivas, tóxicas o infecciosas que sean de riesgo para la salud pública y el ambiente (Pillajo, 2020, p.12).

2.2.1.3. Residuos no peligrosos

Se conocen como todo residuo que no presenta características de peligrosidad, por lo tanto, no afectan a la población o al ambiente, entre ellos podemos encontrar el cartón, vegetales y restos alimenticios no infectados (Sánchez et al., 2019, p.328).

2.2.1.4. Residuos inertes

Son todos aquellos que no experimenten transformación física, química o biológica. Este tipo no son solubles, ni combustibles, ni reaccionan con otros materiales por lo que no afectan negativamente al ambiente (Pérez, 2017, p.45).

2.3. Residuos líquidos

Este residuo es el resultado de la introducción de carga contaminante al agua potable, lo que provoca que no se pueda utilizar nuevamente. En el caso del agua residual de la industria alimenticia, esta se origina por las operaciones realizadas en la transformación de la materia prima, como en etapas de lavado, corte, pelado y limpieza, lo que genera una elevada carga contaminante, como, por ejemplo, en el caso del procesado de plátano puede ser de 800 a 2000 mg/L (Cruz y Mendoza, 2022, p.30).

Entre los pocos estudios que caracterizan los residuos líquidos dentro de la industria alimenticia se encuentra el de Chalen et al. (2017, p.373) donde dentro de su estudio para eliminar materia orgánica del agua residual de una industria de pulpa de fruta, determina que previo a tratarse esta agua el afluente estuvo cargado con alto contenido de DQO. Es así que los parámetros fueron los siguientes: pH de 5, STD 877.1 mg/L, Sólidos suspendidos 247 ppm. Sólidos sedimentables 150 ml/L, color 8750 Pt-Co, turbiedad 468 NTU, DQO 8976 ppm, y DBO5 5210 ppm.

La normativa ecuatoriana dentro del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULSMA) indica que los residuos líquidos provenientes de la industria de alimentos deben verterse cuando cumplan con las siguientes características: pH entre 6 a 9, Temperatura condición natural °C, Color inapreciable, Aceites y grasas de 30 mg/L, Sólidos Sedimentables de 1 mg/L, Sólidos totales de 1600 mg/L, Sólidos suspendidos 130 mg/L, Demanda Química de Oxígeno 200 mg/L, y Demanda Bioquímica de Oxígeno 100 mg/L (Chalen et al., 2017, p.373).

2.4. Tratamientos aplicados y beneficios obtenidos de residuos agroindustriales

Mora (2017, p.420) indica que los lodos provenientes de los residuos del sector agroindustrial al emplear tecnología bioquímica de potencial metanogénico (BMP), pueden ser un insumo para la obtención de lactosuero, ya que, se utilizan como sustratos en los digestores de las plantas de tratamientos de agua residual, logrando su degradación. Méndez et al. (2018, p.271) indican que los residuos provenientes del bagazo de maguey y de caña pueden emplearse en el compostaje con la adición de estiércol bovino que pueden degradar estos compuestos en 103 días.

Vargas et al. (2019, p.127) mencionan que los residuos que se obtiene de los rechazos a lo largo de la cadena de los alimentos por medio del compostaje reducen gradualmente su cantidad como residuo y la fracción orgánica genera un subproducto que mediante una caracterización fisicoquímica indica un nivel alto de pH de 5.6 y medio en M.O. de 27%, por lo que es aceptable para emplearse como abono orgánico. Lalangui et al. (2018, p.177) indican que el empleo de cascaras de banano provenientes del deshidratado de los mismos en combinación con sedimentos de residuos sólidos urbanos, pueden emplearse para la producción de biogás.

En este marco Bone y López (2021, p.39) establecen que los tratamientos para aprovechar los residuos pueden ser: a) el compostaje, en donde emplean la fracción orgánica de la industria alimentaria y los lodos de restos vegetales, b) el vermicompostaje con frutas y verduras en combinación con lombrices de tierra, y c) la producción de biogás, por medio de la digestión anaerobia.

2.5. Prevención y gestión de los residuos

Dentro del manejo de residuos previo a la disposición final y luego de la caracterización se evalúa el tipo de residuos ya que, la finalidad es evitar que todo lo que se genera vaya directo al relleno sanitario, ya que reduce la vida útil del mismo y ocasiona un problema operativo debido a que se requiere buscar un nuevo espacio (Sánchez et al., 2019, p.325). Es así como la jerarquía de los residuos indica que deben prevenirse, minimizarse, reutilizarse, reciclarse, valorarse energéticamente y finalmente colocarse en un vertedero (Segura et al., 2020, p.3). En la siguiente figura se observa las estrategias aplicadas en otros países para gestionar los residuos.

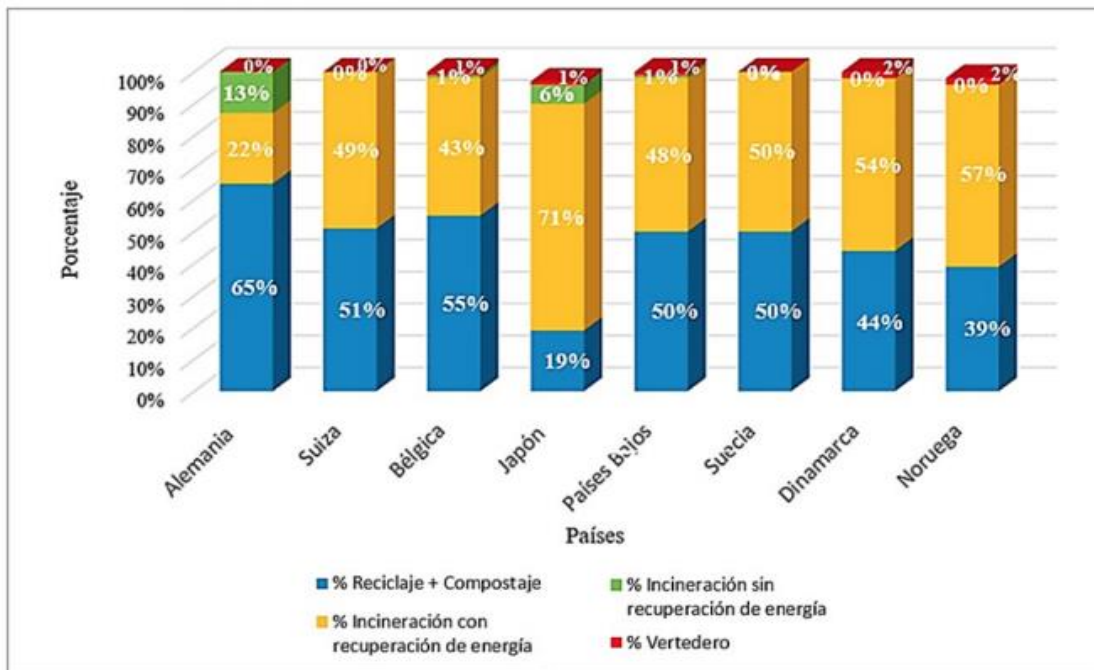


Ilustración 1-2: Estrategias de gestión de residuos en porcentaje a nivel mundial

Fuente: Segura et al. (2020, p.3)

Segura et al. (2020, p.3) indica que las estrategias empleadas por diferentes líderes mundiales, en el caso de Alemania, están enfocados en la Ley de Economía Circular, es decir aprovechar al máximo los residuos por medio del reciclaje, compostaje, recuperación energética y un vertido cero en los rellenos sanitario. Es así que similar comportamiento presenta Suiza, en donde más del 51% de producción es reciclada, Bélgica en cambio, prohíbe totalmente la quema de los desechos y más de 300 empresas se dedican a recolección y 294 al reciclaje. En el caso de Japón, pese a mantener políticas a la jerarquía de residuos, no pueden realizarlo porque los espacios para rellenos son reducidos y así optan por la incineración. Por lo tanto, es notorio dentro del resto de países que la incineración con fines energéticos es la opción más empleada para darle un uso a los residuos producidos.

2.6. Disposición final

Los residuos sólidos son todas aquellas sustancias, productos que el generador dispone según la normativa ambiental vigente, por lo que la inadecuada disposición impacta negativos al ambiente. Pero existe su correcta disposición con las siguientes operaciones: minimización, segregación en la fuente, aprovechamiento, almacenamiento, recolección, comercialización, transporte, tratamiento o disposición final (Cáceres, 2017, p.16).

El manejo de los residuos sólidos para el ambiente es un instrumento que minimiza la contaminación, la estrategia jerarquizada ampliamente utilizada es la de evitar, minimizar, tratar y disponer (Revelo, 2019, p.30). En este marco se evita la generación excesiva de residuos, se desarrolla procesos de minimización, se brinda el tratamiento a cargo de la municipalidad o poseedor para reducir el volumen generado y al final se da la disposición final en un relleno sanitario o un tratamiento de valorización (Cotrina et al., 2020, p.5).

2.7. Evaluación de impactos e industria alimenticia

Dentro de las principales herramientas de gestión ambiental existe las que incorporan las variables propias de cada organización, con lo cual pueden tomarse medidas o decisiones acerca del proceso que se lleva a cabo (Khure, 2018, p.20). Para realizar la evaluación del ambiente en una organización se identifica las actividades que tienen contacto con el medio ambiente con el fin de prevenir, corregir y valorizar las afecciones causadas (González et al., 2017, p.237). Con lo mencionado se identifica y evalúa los efectos de una actividad sobre el ambiente, facilita la toma de decisiones y puede prever las acciones para minimizar, eliminar o revertir las características negativas (Soto et al., 2018, p.283). Para poder realizar la evaluación deben definirse los aspectos ambientales involucrados, siendo estos los componentes de las actividades, productos o servicios que pueden generar un impacto en el ambiente, por ejemplo, consumo de recursos naturales (Vargas et al., 2017, p.120).

En el caso de la industria de alimentos, Galeano (2018, p.45) estudió los impactos ambientales (IA) generados y catalogados como negativos por una empresa deshidratadora de frutas, siendo cuatro principalmente: a) el IA atmosférico se provoca por el consumo de energía eléctrica, b) el agua residual, causado por el lavado tanto de frutas como de manos para la manipulación de los insumos, c) el IA del agotamiento de recursos naturales al emplear papel en los empaques y cartuchos de desecho, y d) generación de residuos orgánicos. Es así que en el caso de residuos orgánicos, Bone y López (2021, p.62) indican que, una empresa transformadora de frutas puede

generar diferentes volúmenes dependiendo de la materia prima: 100.000 kg (maracuyá), 6000 kg (mora), y 25000 kg (naranja).

Aguirre (2018, p.75) dentro de su evaluación del desempeño ambiental de una procesadora de pulpas y jugos de fruta determina que, los impactos ambientales del proceso productivo resultaron ser significativos. Es así que, al cuantificarse con un valor mayor a 25 en su matriz de significancia los principales impactos fueron: agotamiento de recursos no renovables, contaminación del suelo, agotamiento de recursos naturales, contaminación sonora, contaminación del agua, contaminación del aire y agotamiento de la capa de ozono.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Delimitación y extensión del experimento

El trabajo de investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Ciencias Pecuarias (FCP) y en el Laboratorio de Calidad del Agua de la Facultad de Ciencias (FC) de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), con una duración de 60 días.

3.2. Unidades experimentales

- Se destino un total de 10 kg de residuos sólidos (5 kg piña-5 kg manzana) de los cuales se tomaron como unidades experimentales (UE) 50 g para cada una de las 4 muestras.
- Por otro lado, de un total de 10 litros de residuos líquidos. (5 L piña-5 L manzana) de los cuales se tomaron (UE) de 100 ml para cada respectiva muestra.

3.3. Materiales, equipos e insumos

- Multiparámetro
- Vaso de precipitación 100 ml
- Viales de rango de 1000 mg/L DQO
- ECO 16 Termorreactor para análisis DQO
- Frasco de vidrio para medir el DQO
- Espectrofotómetros DR2800
- Pipeta Pasteur
- Vasos PET para muestra
- Piseta
- Medidor de DBO (BD 600 GLP)
- Botellas ámbar
- Semillas o inóculo de DBO
- Agitador magnético
- Inhibidor de nitrificación
- Caucho perforado
- Pastillas de hidróxido de sodio

- Crisoles
- Cápsulas de aluminio
- Balanza analítica
- Espátula
- Pinzas
- Estufa
- Mufla
- Mascarilla
- Guantes
- Mandil
- PH metro
- Libreta
- Esfero
- Computadora
- Cuchillo o cortador
- Probeta
- Mortero
- Pistilo
- Papel aluminio
- Lápiz
- Cernidor
- Papel filtro
- Embudo
- Matraz Erlenmeyer de 250ml
- Agua destilada

3.4. Mediciones experimentales

3.4.1. Medición en muestras líquidas

- Temperatura (°C)
- Turbiedad
- Sólidos Totales Disueltos (STD)
- Conductibilidad
- Potencial de hidrógeno (pH)

- Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)
- Demanda Química de Oxígeno (DQO)

3.4.2. Medición de sólidos

- Materia orgánica (MO)
- Potencial de hidrógeno (pH)
- Humedad (H)
- Ceniza

3.4.3. Evaluación ambiental

- Matriz de Leopold modificada

3.5. Tratamientos y diseño experimental

La presente investigación no requiere del uso de tratamientos, diseño experimental y un esquema de experimento, porque responden a los resultados de las muestras de los residuos provenientes de la deshidratación de piña y manzana.

3.6. Análisis Estadísticos y Pruebas de Significancia

Los resultados experimentales serán analizados mediante la estadística descriptiva, dando énfasis a las medidas de tendencia central: media, dispersión y desviación estándar.

3.7. Procedimiento experimental

3.7.1. Medición de residuos líquidos

La caracterización de los residuos líquidos se ejecutó en 2 partes, la primera residió en medir las variables de temperatura, turbiedad, sólidos totales disueltos, pH, conductibilidad por medio del multiparámetro, iniciando con una calibración automática del equipo: pH (4.01), Con (0.449 S/m), Turb (0), DO(8,92mg/L), Dep(0m), T (t. Amb) acorde a lo establecido en su manual de funcionamiento (HANNA INSTRUMENTS, 2017). Posteriormente se colocaron en 8 envases PET muestras de 100 ml cada una con una numeración específica para evitar desconciertos y se

procedió en la toma de datos, procurando lavar el electro del equipo con agua destilada antes y después de analizar cada frasco.

En la segunda etapa se determinó el DQO y DBO de los residuos. Para el DQO por digestión ácida-colorimétrica, se empleó 1ml de dilución (20ml de muestra en 80 ml de agua destilada) por cada vial (intervalo: 0-15.000 mg/LO₂); el método consiste en la oxidación de los compuestos orgánicos e inorgánicos presentes en la muestra por digestión ácida, la cual reacciona con el ácido crómico fuerte cambiando de color, al someterlo a 150°C por un lapso de 2 horas en un Termo reactor de DQO para garantizar una digestión completa de la muestra a una temperatura y tiempo establecidos (Rodríguez y Silva, 2019, p.21). Posteriormente se midió en el espectrofotómetro la longitud de onda con mayor absorción en el espectro de luz de cada vial (OZ PERU GROUP S.A.C., 2022).

$$DQO = \text{Muestra medida} * \text{Factor de dilución}$$

$$F. \text{ dilución} = \frac{V. \text{ total}}{V. \text{ muestra}}$$

Mientras que el DBO por método gasométrico permitió medir de manera directa la cantidad de oxígeno que consumen los microorganismos por medio de los cambios de presión del manómetro. Para analizar el DBO, se coloca la muestra en una botella de color ámbar parcialmente llena con un agitador magnético en su interior, se adiciona una semilla o inóculo que contienen un volumen de bacterias, posteriormente se agregó un inhibidor de nitrificación para tapanla con un caucho perforado, en el cual se coloca pastillas de hidróxido de sodio, y se sellaron con las tapas de cerradura hermética a la botellas para medir los cambios de presión que se reflejara en la pantalla digital en un lapso de 5 días (López, 2018, pp.20-21).

3.7.2. Medición de sólidos

3.7.2.1. Materia orgánica

Se aplicó el método de calcinación descrito por (Casco, 2015, pp. 54-55):

- Triturar la muestra en un mortero.
- Pesar las capsulas de aluminio.
- Pesar 50 gramos de muestra en la bandeja de aluminio.
- Secar la muestra en la estufa 105 °C por 24 horas para obtener una muestra seca.

- Colocar los crisoles en la estufa para ponerlos en peso constante por un lapso de 30 minutos y colocarlos en el desecador.
- Pesar el crisol y anotar su valor.
- Colocar la muestra seca en el crisol y pesar la cantidad.
- Colocar la muestra seca en la mufla a 450 °C por un lapso de 24 horas.
- Pesar la cantidad de muestra obtenida y calcular la concentración de la materia orgánica.

$$\% LOI = \frac{(A - B)}{(A - C)} * 100$$

A = peso del crisol y de la muestra seca antes de la ignición (g).

B = peso del crisol y de la muestra seca después de la ignición (g).

C = peso del crisol (g).

3.7.2.2. *Humedad*

Se aplicó la técnica de determinación de humedad (AOAC 930.15) por secado en estufa realizada por (García y Fernández, 2012, pp.3-4).

- Triturar la muestra en un mortero.
- Ponga las capsulas en la estufa a 100-105°C por 30 min.
- Pasar la capsula de aluminio en el desecador para que no absorba humedad del ambiente.
- Pesar la capsula y tarar la balanza para evitar errores en el cálculo.
- Pesar la capsula con 50 gr muestra.
- Introducir la capsula en el desecador para pasarla a la estufa.
- Dejar la capsula con la muestra en la estufa por 3-4 horas.
- Sacar la capsula y dejarla en el desecador hasta que alcance la temperatura ambiente.
- Pesar la capsula y sacar la diferencia del % humedad.

$$\% Humedad = \frac{(peso\ inicial\ de\ la\ muestra - peso\ final\ de\ la\ muestra)}{(peso\ inicial\ de\ la\ muestra)} * 100$$

3.7.2.3. *Ceniza*

Para la determinación del porcentaje de ceniza, se utilizó la técnica para la cuantificación de los minerales presentes en los alimentos AOAC 942.05 (Santiago, 2022, p.3).

- Triturar la muestra en un mortero.
- Tarar la balanza.
- Pesar el crisol solo y con la muestra (50g).
- Calcinar la muestra en el mechero hasta que no exista la presencia de humo.
- Colocar el crisol con la muestra en la mufla por el lapso de 4 h a una temperatura de 500 a 600 °C.
- Transcurrido el tiempo retirar las muestras y colocarlas en el desecador para que se enfríen por el lapso de 1 h.
- Pesar el crisol más la ceniza y proceder a calcular.

$$\%Ceniza = \frac{(peso\ del\ crisol\ +\ ceniza) - (peso\ del\ crisol)}{(peso\ del\ crisol\ +\ muestra) + (peso\ del\ crisol)} * 100$$

3.7.2.4. pH

Para la determinación del pH (AOAC 981.12), se utilizó un pH metro en base a las especificaciones del equipo (Flores, 2019, p.63).

- Calibrar el equipo, en su rango menor y superior.
- Confirmar el punto de calibración (deben ser constantes los dígitos).
- Triturar la muestra en el mortero.
- Preparar una disolución, por cada 1ml de muestra adicionar 9 ml de agua destilada.
- Mezclar y filtra con la ayuda de un cernidor o papel filtro en un matraz Erlenmeyer.
- Colocar la muestra en un vaso de precipitación y proceder a medir.
- Anotar los resultados.

3.7.3. *Evaluación ambiental*

La evaluación de los impactos relacionados con el procesamiento de las frutas se efectuó considerando las etapas de identificación y evaluación de los impactos ambientales, con el fin de conocer la problemática de no tratar, reutilizar o procesar los remanentes, de manera cualitativa y cuantitativamente (Morales, 2018, p.35).

Para la identificación de los impactos, primeramente, se estableció las acciones correspondientes a cada una de las etapas de la producción de las frutas deshidratadas y los elementos ambientales que pueden afectarse por estas acciones, como se muestra en el Anexo 5.

Para efectuar la evaluación del impacto ambiental en la matriz de Leopold, se empleó los elementos de la “Matriz de Importancia de Canter”, según lo establecido por Angulo (2021, pp139-151).

$$I = +/- (3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

Tabla 1-3: Valoración de los elementos para la matriz de Canter

Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Reversibilidad
Baja: 1 Media: 2 Alta: 4 Muy alta: 8	Puntual: 1 Parcial: 2 Extenso: 4 Total: 8	Corto (menor a 1 año + critico): 8 Corto (menor a 1 año): 4 Mediano (1-5 años): 2 Largo (mayor a 5 años): 1	Fugaz (menor a 1 año): 1 Temporal (1 a 10 años): 2 Permanente (mayor a 10 años): 4	Corto: 1 Mediano: 2 Irreversible: 4
Sinergia	Acumulación	Efecto	Periodicidad	Recuperabilidad
Sin sinergismo: 1 Sinérgico: 2 Muy sinérgico: 4	Simple: 1 Acumulativo: 4	Indirecto: 1 Directo: 4	Irregular: 1 Periódico: 2 Continuo: 4	Recuperable inmediato: 1 Recuperable, mediano plazo: 2 Mitigable: 4 Irrecuperable: 8

Fuente: Angulo, 2021

Elaborado por: Pilla, Jonathan, 2022

Se puede entonces observar que el valor de la importancia de un impacto fluctúa entre un máximo de 100 que corresponden a impactos de elevada incidencia en el medio y un mínimo de 13, denotan impactos intrascendentes y de poca influencia en el entorno, sean éstos de carácter positivo o negativo Angulo (2021, pp.139-151).

Tabla 2-3: Ponderación de criterios de la importancia para la evaluación ambiental

Criticidad	Descripción
Crítico	El valor de la Importancia del Impacto es mayor o igual a 75
Severo	El valor de la Importancia es menor a 75 e igual a 50
Moderado	El valor de la Importancia del Impacto es menor a 50 y mayor o igual a 25
Irrelevante	El valor de la Importancia del Impacto es menor a 16
Positivo	Son todos los valores de la importancia beneficiosos

Fuente: Angulo, 2021

Elaborado por: Pilla, Jonathan, 2022

Para la valoración de la magnitud del impacto se aplicaron los criterios establecidos en la Tabla 2-3, y se aplicó el uso de la siguiente fórmula (Cedeño, 2020, pp.26.28).

$$\text{Magnitud} = 0.3 * \text{Intensidad} + 0.4 * \text{Extensión} + 0.3 * \text{Persistencia}$$

Tabla 3-3: Ponderación de criterios de la magnitud para la evaluación ambiental

Criticidad	Descripción
Crítico	El valor de la magnitud del Impacto es mayor 6
Severo	El valor de la magnitud del Impacto es menor a 6 y mayor o igual a 4
Moderado	El valor de la magnitud del Impacto es mayor a 2 y menor a 4
Irrelevante	El valor de la magnitud del Impacto es menor o igual a 2

Fuente: Cedeño, 2020

Elaborado por: Pilla, Jonathan, 2022

3.7.4. Propuestas de tratamiento para la disposición final

Para la selección de la propuesta pertinente a la problemática estudiada se utilizó la metodología de ponderación lineal considerando los criterios establecidos por Páez (2017, p.72).

- Factibilidad de aplicación del proceso: este criterio es uno de los más destacables por lo que en él se evalúa la posibilidad de ejecución de la alternativa de acuerdo a las características fisicoquímicas, inversión e infraestructura.
- Tratamientos preliminares: este parámetro evalúa la necesidad de realizar pretratamiento a la biomasa para su posterior uso en las operaciones de transformación.
- % Humedad de la biomasa: este es un criterio importante en cuanto determina cuáles son los procesos aplicables según el contenido de humedad de la biomasa.

- Complejidad del proceso: el grado de complejidad está determinada por las presiones, las temperaturas que requiere la tecnología, entendiéndose que a mayor rango de presión y temperatura es más complejo el proceso
- Madurez de la tecnología: este criterio se considera teniendo en cuenta el ciclo de vida de la tecnología, puesto que al alcanzar la madurez se puede decir que la tecnología se ha estabilizado y ha alcanzado un nivel adecuado para su incorporación al mercado.
- Compatibilidad con los principios de desarrollo sostenible: este criterio define la viabilidad de la tecnología en los aspectos sociales, económicos y ambientales asegurando la preservación de la biodiversidad y de los ecosistemas.

Tabla 4-3: Ponderación de criterios seleccionados para la evaluación de las propuestas

Niveles de Importancia	Descripción
Mucho menos valorado	0,1
Menos valorado	0,2
Igualmente, importante	1
Más valorado	5
Mucho más valorado	10

Fuente: Páez, 2017

Elaborado por: Pilla, Jonathan, 2022

Finalmente se calculó la ponderación de la mejor opción según la siguiente ecuación:

$$Total = \sum Valor\ asignado\ por\ criterio$$

La opción de mayor puntaje se seleccionó como la mejor según la valoración de los criterios establecidos.

CAPÍTULO IV

4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Caracterización de los residuos sólidos

Tabla 1-4: Caracterización de los residuos sólidos de la manzana

VARIABLES	Media	Desviación Estándar	Min.	Max.
Materia orgánica (%)	96,32 ±	0,28	95,96	96,64
Ceniza (%)	3,68 ±	0,28	3,36	4,04
Humedad (%)	83,44 ±	1,59	81,82	85,02
pH	3,50	-	-	-

Elaborado por: Pilla, Jonathan, 2022

Para el contenido de materia orgánica de $96,32 + 0,28\%$, que fluctúa entre los valores límites de 95,96 al 96,44% de la Tabla 1-4 en los residuos sólidos de la manzana, no se encontraron estudios similares con la misma fruta, no obstante, al ser cotejados con la investigación de González et al. (2015, p.232) se determinó que los residuos de mango y plátano tenían un contenido de materia orgánica entre el 94, 75,0 y 66 %, respectivamente, por lo que se puede mencionar que los residuos provenientes de frutas poseen altos contenidos de materia orgánica.

Al caracterizar el contenido de ceniza en los residuos sólidos de la manzana, se determinó una variación entre 3,36 al 4,04 %, que deriva, en un promedio de $3,68 + 0,28\%$; valor similar a los resultados descritos por (Gowman et al., 2019, p.3219) en el análisis físicoquímicos de orujos de manzana y uva, donde se especifica un resultado de $3,57 \pm 0,51\%$, y los porcentajes de 3,26 a 4,36% alcanzados por López et al. (2021, p.253) en la determinación de un modelo predictivo de secado para la manzana producida en la sierra centro, dando a entender que la media obtenida en la caracterización, está acorde con los valores mencionados.

El promedio de la humedad de $83,44 + 1,59 \%$, presente en los residuos de la manzana, correspondiente al valor mínimo de 81,82 y máximo del 85,02%; se asemeja al resultado de humedad del 81.5% reportado por Martínez (2016, p.35), en el estudio del efecto de la adición de cáscara de manzana.

El pH de 3,50 que se reporta en la Tabla 1-4, en comparación con el pH de 3,19 obtenido por Juárez (2016, p.53) en el estudio de la fibra de bagazo de manzana; y el pH de 3,4 de Meneses (2021,

p.7) en la caracterización de los despojos provenientes de la elaboración de sidra de manzana, es levemente superior a los resultados mencionados, los cuales están influenciados por la etapa de maduración que presenta la fruta al momento de la toma de datos, haciendo énfasis en el resultado de Gowman et al. (2019, p.3219) sobre el estudio de las propiedades fisicoquímicas de los orujos de manzana, donde se evidencio un pH 3,81, superior a los datos mencionados.

Tabla 2-4: Caracterización de los residuos sólidos de la piña

Variables	Media	Desviación Estándar	Min.	Max.
Materia orgánica (%)	94,38 ±	0,26	94,05	94,67
Ceniza (%)	5,62 ±	0,26	5,33	5,95
Humedad (%)	88,08 ±	0,47	87,63	88,72
pH	4	-	-	-

Elaborado por: Pilla, Jonathan, 2022

El contenido de materia orgánica en la Tabla 2-4, exhibe una media del 94,38 + 0,28%, entre el valor mínimo 94,06 y máximo 94,67%; valores cercanos a los presentados por Peralta (2020, p.38) en el estudio de la composición química de la piña y los subproductos a nivel de campo, donde se describen valores del 89,93, 91,42, y 95,31% para los remanentes de la piña (cascara, corazón y corona), destacando que los resultados alcanzados en la caracterización de los residuos sólidos de la piña son correctos.

El porcentaje de ceniza 5,62 + 0,26%, obtenido entre los valores límites de 5,33 a 5,95%, en la caracterización de los residuos sólidos de piña, presenta diferencias con los resultados de diversos trabajos investigativos donde Lazo et al. (2018, p. 63) menciona un valor de 8,79%, Aruna (2019, p.3) detalla un contenido de 6,80%, y Sukri et al. (2022, p.2513) un valor de 10,60% de cenizas en remanentes de piña, los cuales exhiben diferentes cantidades que dependen en gran medida de la parte del residuo analizado Chacha (2016, p.13).

El contenido de humedad en los residuos sólidos de la piña presenta una media del 88,08 + 0,47%, que oscila entre el mínimo de 87,63 y máximo 88,72%; menor al expuesto por Peralta (2020, p.38), donde se mencionan contenidos del 89,44, 91,01 y 92,18%; pero que resulta superior a los valores de 76.06 y 82,35% obtenidos por (Campos et al., 2020, p. 5), en este contexto el estudio de Santos et al. (2021, pp.5-6) sobre la valorización de subproductos de piña, destaca que los mayores valores de humedad, pueden justificarse por el mayor contenido de azúcar que promueve una mayor retención de agua en el fruto.

El pH 4, encontrado en la caracterización de los residuos sólidos de la piña detallados en la Tabla 2-4, es levemente superior al pH de 3,63+0,2 alcanzado por Roja et al., (2019, p.9) y al pH 3,90 de Montoya (2017, p.8) en el estudio de la producción de hidrógeno a partir de la fermentación de residuos agroindustriales de la piña; pero que resulta ligeramente más bajo al obtenido por Álvarez y Ortiz (2016, p.43), donde se determinó que los residuos industriales de piña tuvieron un pH promedio de 4,75. En este contexto se determinó que esto puede estar influenciado en cierta medida por la variedad de fruta analizada y el estado de maduración en la que se encuentra al procesarla, lo cual tendrá relevancia en las partes que conforman al fruto Silva et al. (2017, p.170).

4.2. Caracterización de los residuos líquidos

Tabla 3-4: Caracterización de los residuos líquidos de manzana

Variables	Media		Desviación Estándar	Mín.	Máx.
DQO (mg/LO ₂)	3015,00	±	51,15	2945,00	3060,00
DBO (mg/LO ₂)	160,00	±	12,25	150,00	175,00
Temperatura (°C)	19,55	±	0,06	19,50	19,60
Turbiedad (NTU)	21,95	±	0,64	21,10	22,60
Sólidos Totales Disueltos (mg/L)	288,25	±	1,71	286,00	290,00
Conductividad (µS/cm)	474,50	±	2,65	472,00	478,00
pH	6,80	±	0,00	6,80	6,80

Elaborado por: Pilla, Jonathan, 2022

La demanda química de oxígeno (DQO) presente en la Tabla 3-4 sobre la caracterización de residuos líquidos de la manzana, muestra una fluctuación entre 2945 a 3060 mg/LO₂ con un promedio de 3015+51,15 mg/LO₂, mientras que la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) presento una media de 160 + 12,25 mg/LO₂ con un valor mínimo de 150 y máximo de 175 mg/LO₂, los cuales son inferiores a los resultados de DQO 8976 y DBO5 5210 mg/LO₂ obtenidos en la investigación de Chalen et al. (2017, p.373), donde hace alusión que previo a tratarse esta agua, el afluente de una industria que procesa frutas está cargado con altos contenido de DQO y DBO.

Los resultados de las variables del residuo líquido de la manzana como la temperatura presenta variaciones del 19,50 al 19,60 °C con un promedio de 19,55+0,06°C, los cuales se acercan en gran medida de los resultados puntualizados en la investigación de (Alfonso y Vargas, 2018, p.50) sobre el desarrollo de una propuesta para el tratamiento de las aguas residuales provenientes del proceso de producción de pulpas de fruta en la empresa Alimentos S.A.S, donde se presentaron valores de temperatura de 19,8 a 20,5 °C, mientras que los valores de la turbiedad de 21,95+ 0,64

NTU con fluctuaciones del 21,10 al 22,60 NTU se encuentran alejadas del valor mínimo 183 y máximo 359,5 NTU mencionados en la misma investigación.

La presencia de sólidos totales disueltos de nota un valor mínimo de 286 y máximo 290mg/L con una media de 288,55+1,71mg/L, resulta diferente a los expuestos por Martin et al.(2018, p.6) en su estudio de un nuevo sistema de tratamiento de aguas residuales de la industria del procesado de frutas y verduras con microalgas heterótrofas y energías renovables, donde presento valores de 1954+243, 2939+373, y 7306+870mg/L en tres corrientes residuales analizadas, los cuales van a diferir dependiendo del tipo de fruta como la feijoa presento un valor de 272 y la guayaba 3212,1 mg/L en las aguas residuales (Alfonso y Vargas, 2018, p.137).

En la conductividad el promedio de los resultados de la caracterización en la Tabla 3-4 es de 474,50 + 2,65 $\mu\text{S/cm}$ que deriva de la fluctuación de 472 al 478 $\mu\text{S/cm}$, con un pH de 6,8 que superan a los valores encontrados en la caracterización del agua residual del vertido de lavadoras industriales de fruta en centrales cítricas del arco mediterráneo español realizado por (Tortosa, 2019, pp.32-33), el cual reporta que en la región de Andalucía la conductividad del agua residual posee un promedio de 399,17+93,66 $\mu\text{S/cm}$ y pH de 6,40+0,50; valores que resulta inferiores cuando lo comparamos con la región Valenciana la cual presenta una conductividad del 1065,39 +480,26 $\mu\text{S/cm}$ y pH de 7,29+0,67.

Los resultados obtenidos en la caracterización de los residuos líquidos de la Tabla 3-4 con las investigaciones mencionadas anteriormente, exhiben valores diferentes, lo cual se justifica por la producción del residuo a gran escala, que se analiza en los trabajos investigativos, lo que provoca la presencia de altas cargas contaminantes en las variables estudiadas, por efecto de las operaciones realizadas en la transformación de la materia prima, como en etapas de lavado, corte, pelado y limpieza (Cruz y Mendoza, 2022, p.30).

Tabla 4-4: Caracterización de los residuos líquidos de piña

Variables	Media	Desviación Estándar	Mín.	Máx.
DQO (mg/LO ₂)	8107,50 ±	640,80	7680,00	9060,00
DBO (mg/LO ₂)	145,00 ±	30,00	120,00	180,00
Temperatura (°C)	19,65 ±	0,06	19,60	19,70
Turbiedad (NTU)	101,43 ±	5,39	96,00	107,00
Sólidos Totales Disueltos (mg/L)	400,43 ±	2,48	396,90	402,30
Conductividad ($\mu\text{S/cm}$)	659,43 ±	4,96	653,30	664,50
pH	4,94 ±	0,00	4,94	4,94

Elaborado por: Pilla, Jonathan, 2022

En la Tabla 4-4 se muestran los resultados obtenidos en los residuos líquidos de la piña, observando un promedio de $8107,50 + 640$ mg/LO₂ que fluctúan entre 7680 al 9060 mg/LO₂ en el DQO, mientras que el DBO presenta una media de $145+30$ mg/LO₂ entre los valores límites de 120 a 180 mg/LO₂; valores elevados en comparación al estudio Sutanto et al.(2016) sobre la formulación de residuos líquidos de piña como fertilizante orgánico líquido para cultivos agrícolas, donde se exponen un DBO de 338 mg/L O₂ y un DQO 4200 mg/L O₂, lo cual hace alusión al trabajo de Fouda y Tywabi (2022, p.2356), donde se menciona que las industrias que procesan piña, presentan residuos con elevadas cargas contaminantes que pueden variar en base al proceso productivo y su vertimiento en los cuerpos de agua puede resultar perjudiciales para la vida biológica y tendrán un impacto en el medio ambiente acuático.

La temperatura medida en los residuos líquidos de la piña presento una media de $19,65+0,06^{\circ}\text{C}$, valor percibido entre el 19,60 a 19,70 °C que hace alusión a la temperatura del ambiente al que se miden las muestras, lo que se evidencia en la temperatura de 25°C encontrada por Miñope (2019, p.69) al analizar las aguas residuales provenientes de frutas en la industria QUICORNAC SAC.

Los resultados obtenidos, muestran una turbiedad de $101,43+5,39$ NTU entre el valor mínimo 96 y máximo de 107 NTU; al comparar el resultado obtenido en los residuos líquidos de la piña con otro tipo de fruta, por la falta de investigaciones relacionadas con el tema, se encontró que los residuos líquidos del procesamiento de arándanos ostentan valores más bajos turbiedad de 24 ± 61 NTU Ardley et al.(2019, pp.1-7), por lo que se establece que la carga contaminante es superior en las muestras de piña.

Los Sólidos totales disueltos exponen un resultado de $400,43+2,48$ mg/L en la Tabla 4-4, valor que resulta de la fluctuación de 396,90 a 402,30 mg/L de los valores límites, mientras que la conductividad del residuo evaluado, percibe un promedio de $659,43+4,96$ μS/cm entre el resultado del valor mínimo y máximo de 653,40 y 664,50 μS/cm; valores diferentes a los de otros estudios como el de Wichitsathian (2020, p.8) en el que los residuos de piña, mostraron un valor de 28490 mg/l y una conductividad de 52923.08 μS/cm. Por otro lado, (Alfonso y Vargas, 2018, p.137) obtuvo valores de 319 para los sólidos totales y 638 μS/cm conductividad, lo cual es ocasionada por la poca cantidad de muestras analizadas.

En el pH ácido de 4,49 encontrado en todas las muestras, es semejante a los valores 3,9 a 4,6 al reportado por (Herra, 2018, p.46) al caracterizar el agua residual cruda de una industria que procesa fruta.

4.3. Evaluación ambiental

Tabla 5-4: Resumen de los impactos ambientales evaluados

Criticidad	Cantidad		Elementos
	Importancia	Magnitud	
Severos	3	3	Calidad del suelo, Calidad del agua,
Moderados	10	7	Calidad del aire, Flora y fauna, Vistas
Irrelevantes	12	20	panorámicas y
Positivos	5		Paisajes, Salud, Seguridad, Empleo
Total	30	30	

Elaborado por: Pilla, Jonathan, 2022

Como se puede apreciar en la Tabla 5-4 sobre el resumen de los impactos ambientales, se determinó que tres de los impactos calificaron como severos, con respecto a la importancia del impacto en la acción del transporte del material que afecta los elementos de calidad del suelo, agua y aire, evidenciados en el Anexo E; mientras que 10 impactos están en el rango de moderados que afectan a los elementos de salud, suelo y agua, 12 impactos se consideran irrelevantes y no presentan efectos en los elementos de la flora y fauna, vistas panorámicas, seguridad y aire; y se identificó 5 impactos positivos que corresponden a la generación de empleo.

Por otro lado, los valores evidenciados en la magnitud del impacto muestran que 3 son severos y tienden a tener influencia en la acción del transporte de la materia prima para su procesamiento; mientras que 7 de los impactos se consideran moderados y 20 se encuentran en el rango de criterios irrelevantes en los elementos de la calidad del suelo, calidad del agua, calidad del aire, flora y fauna, vistas panorámicas y paisajes, salud, seguridad, empleo, que se encuentran inmersos dentro de las acciones del lavado con agua, retiro de la cascara, sumergir la fruta en agua, colocación de la fruta en el horno del proceso de deshidratación.

En este contexto, se han efectuado estudios similares aplicando la matriz de Leopold para la determinación de los impactos ambientales relacionados a diferentes procesos industriales, según el estudio de Ayulo y Nicolini (2020, p.79) para la instalación de una planta productora de pulpa congelada de Acai, obtuvo que los principales elementos afectados son el agua y el suelo en el proceso de lavado.

De la misma manera, en el estudio de Tello (2015, p. 99) se determinó que los posibles impactos ambientales relacionados con la operación de una planta procesadora de piña se asocian con la producción de desechos sólidos al retirar las partes de las frutas, así como de los efluentes líquidos del lavado y escaldado de la fruta, lo que puede deteriorar los recursos terrestres teniendo impacto en los elementos de suelo, flora y fauna, y las vistas panorámicas.

Por otro lado, en el estudio de Milla y O'Connor (2018, p.86) sobre la Pre-factibilidad para la instalación de una planta procesadora de piña deshidratada con canela, se determinó que el proceso de deshidratado influye en los componentes ambientales, dentro del cual se ve beneficiado el elemento del empleo, mientras que el elemento del suelo y aire es el más impactado por la generación de los residuos.

En cambio, para Suárez (2014, p.98), en su estudio sobre la evaluación técnica, económico - financiero para la implementación de una planta deshidratadora de banano orito (*musa acuminata aa*) para la exportación, obtuvo que, el suelo es el elemento que presenta un mayor impacto ambiental derivado de movimiento de tierras y al trasiego de vehículos en la fase de producción y explotación. Estos resultados, muestran que efectivamente el uso del transporte y la generación de desechos son uno de los impactos más importantes del proceso de deshidratación de frutas.

4.4. Opciones de tratamiento

Los productos de desecho del procesamiento de la manzana y la piña pueden ser minimizados a partir de procesos biológicos, químicos y físicos, entre los que se incluyen usarlos como combustible en forma sólida o en forma de pellet, biogás o biocombustible. Otras ideas incluyen alimento para ganado y producción de otros productos, como fibra dietética, y muchos otros (Lipinski et al., 2018, p.1878).

Los residuos de manzana y piña son un material bastante bueno en términos de energía; puede ser un sustrato para la producción de gránulos y briquetas, ya que tiene un valor energético relativamente alto en relación con otros materiales de origen vegetal que se utilizan con fines energéticos.

Esto también se confirma por el valor de la densidad real (Tulej y Głowacki, 2022, p.3532). Los residuos de manzana son ricos en azúcares fermentables (por ejemplo, tiene contenidos de 19,2% de fructosa y 1,0% de sacarosa) y se caracteriza por una baja concentración de metales pesados; por lo tanto, podría aplicarse solo como materia prima para la producción de biocombustibles (Magyar et al., 2016, p.7349).

4.4.1. Empleo de un catalizador enzimático para aguas residuales (O1)

La utilización de los catalizadores enzimáticos ayudan a reducir la producción de lodos residuales, al mejorar la eficiencia de los procesos digestivos de los microorganismos con el fin de dividir las proporciones sólidas y las líquidas, conllevando a que los DQO y DBO sean bajos, inhibiendo los olores de los gases derivados de la estabilización aeróbica, y brindando un alto valor de seguridad que dan un valor agregado a los residuos que quedan en el efluente procedente de la industria (Chalen, et al., 2017, pp.11-13).

4.4.2. Compost (O2)

La compostación es un proceso respetuoso con el medio ambiente que implica la destrucción de patógenos y el reciclaje de nutrientes para dar un producto final estable que se usa comúnmente como enmienda del suelo. Es importante tener la composición y la proporción del sustrato del compost para obtener condiciones de compostaje optimizadas que favorezcan la actividad microbiana (Mala et al., 2020, p.1). Los residuos de las frutas tienen una alta inestabilidad biológica que conduce al crecimiento de contaminantes microbiológicos y su efecto a largo plazo es cuestionable, por lo que se recomiendan reaplicaciones periódicas (Malenica y Bhat, 2020, p.1764).

4.4.3. Tratamiento de aguas residuales con microalgas heterótrofas (O3)

La aplicación de las microalgas heterótrofas en las aguas residuales permite la reducción de la carga contaminante por medio de la utilización de la tecnología de secado, mitigando los componentes contaminantes en los efluentes para su posterior usos en el riego de cultivos y por medio de la recolección de las microalgas se obtiene una materia prima rica en componentes nutricionales que se pueden transformar en fertilizantes con alto valor, conllevando a solucionar el problema ambiental Martin et al., (2018, p.6).

4.4.4. Fibra dietética (O4)

La fibra dietética tiene una gran demanda como suplemento dietético y como ingrediente en alimentos naturales y de ingeniería. La fibra obtenida de las cáscaras es una rica fuente de fibra soluble e insoluble, ampliamente considerada por sus posibles beneficios nutricionales y para la salud (Malenica y Bhat, 2020, p.1764). Las cáscaras se usan para extraer fibra dietética, utilizando una variedad de tecnologías diferentes, que incluyen ultrasonidos, tratamiento ácido-alcalino, enzimas, tratamiento seco/húmedo y una combinación de estos métodos (Suri et al., 2022, p.2).

4.4.5. Aceites esenciales (O5)

Los aceites esenciales son líquidos aromáticos que contienen un conjunto de compuestos volátiles, que generalmente se encuentran en los sacos de aceite de las cáscaras y cutículas, se utiliza como saborizantes y fragancias (Malenica y Bhat, 2020). Los aceites esenciales se obtienen a partir de materias primas vegetales de diversas formas, incluida la hidrodestilación, la destilación al vapor y otras (Hikal et al., 2022, p.6835).

4.4.6. Enzimas (O6)

Son biomoléculas, que contribuyen a diversas industrias. Por ejemplo, las amilasas se usan abundantemente en las industrias alimentarias para la producción de jugos de frutas, queso, pasteles de chocolate y jarabes. Se utilizan también en las industrias farmacéuticas, cervecera y textil. La invertasa se utiliza para la producción de azúcar invertido, edulcorantes artificiales, chocolates, ácido láctico, dulces de glicerol y productos de confitería. La producción de esta enzima a partir de residuos de frutas y verduras también requiere la presencia de sacarosa, lactosa y fructosa, siendo la cáscara de piña una de las más usadas, Además, juega un papel en la producción de papel de buena calidad destacando que el tallo de piña se ha utilizado para la producción de pectinasas (Omre, 2018, p.610).

La producción de enzimas se logra mediante fermentación en estado sólido (SSF) y fermentación sumergida (SmF). La fermentación en estado sólido se define como cualquier proceso de fermentación realizado en un material no soluble que actúa tanto como soporte físico como fuente de nutrientes en ausencia de líquido que fluya libremente. La fermentación sumergida implica la inoculación del cultivo microbiano en el medio líquido para la producción del producto deseado (Sharma, 2016, pp.33-34).

4.4.7. Biogás (O7)

Esta tecnología es un proceso microbiológico que, en ausencia de aire, permite la transformación de materiales orgánicos en biogás, una mezcla rica en metano que puede ser utilizada como gas combustible. El resultado de la digestión anaeróbica, además del biogás, es el digestato, el resto del proceso que comprende todo lo que no ha sido medido, y que puede ser utilizado como fertilizante para usos agrícolas (Morales et al., 2019, p.2).

Durante el proceso de degradación anaeróbica, ocurren una serie de procesos encadenados, cada uno de los cuales produce los sustratos necesarios para que se desarrolle la siguiente etapa. Es un proceso extremadamente complejo que debe digerir simultáneamente todos los sustratos para producir el sustrato para la siguiente fase de reacción. Esto requiere un ambiente estable para el crecimiento microbiano diferente (Morales et al., 2019, p.2). Las propiedades específicas de este tipo de residuos pueden plantear desafíos para la implementación efectiva de la digestión anaeróbica. Tales propiedades incluyen contenido de sólidos totales disueltos 73–100 g kg⁻¹, aproximadamente 10%; pH 4; contenido de ceniza aproximadamente 6–18%; C/N 20; y contenido de humedad >80%. Los contenidos de los componentes orgánicos son fructosa y hemicelulosa 75%, celulosa 5% y lignina 1% (Ji et al., 2017, p 908).

Una vez determinados los principales productos que se pueden obtener de los residuos de manzana y piña, se determinó su pertinencia considerando los criterios establecidos por Páez (2017, p.75), por ejemplo para la factibilidad de aplicación del proceso, en caso que se considera factible se colocará un puntaje de 10, en caso de poca factibilidad, se colocó el valor de 0,1; en el caso de la necesidad de disponer de tratamientos preliminares, se colocó 10 puntos cuando la producción requiere pocos tratamientos y 0,1 cuando se requiere efectuar tratamientos preliminares importantes; seleccionando como la mejor opción aquella que obtenga el mayor puntaje.

Tabla 6-4: Evaluación de las opciones de tratamiento de los residuos de la manzana y piña

Variables	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7
Factibilidad de aplicación del proceso	0,2	1	10	5	1	0,2	1
Tratamientos preliminares	1	1	5	5	5	10	0,2
Porcentaje de humedad de la biomasa	5	5	5	5	5	5	5
Complejidad del proceso	5	5	0,1	10	10	10	1
Madurez de la tecnología	1	5	0,1	1	1	1	5
Compatibilidad con los principios de desarrollo sostenible	10	10	10	5	10	1	10
Total	22,2	27	30,2	31	32	27,2	22,2

Elaborado por: Pilla, Jonathan, 2022

Los resultados como se observan en la tabla 6-4, sobre la evaluación de las opciones de tratamiento de los residuos sólidos y líquidos, muestran que la opción 5 que corresponde a la producción de aceites esenciales, la opción 4 perteneciente a la fibra dietética, y la opción 3 sobre el tratamiento de aguas residuales con microalgas heterótrofas, presentan los valores más representativos, por lo cual se los consideran como las mejores opciones aplicables para la disposición final en base a los criterios establecidos.

CONCLUSIONES

Los residuos sólidos de la manzana y piña presentan altos contenidos de materia orgánica de 94,38 y 96,32% respectivamente; los residuos líquidos exhiben valores de DQO de 3015 mg/LO₂, DBO de 160 mg/LO₂ para la manzana, y un DQO de 8107,50 mg/LO₂, DBO de 145 mg/LO₂ en la piña.

La evaluación de los impactos ambientales determinó que 3 de los impactos se consideran severos, 10 son moderados, 12 son irrelevantes, y 5 son positivos con respecto a la importancia del impacto, mientras que en la magnitud existen 3 severos, 7 moderados y 20 irrelevantes, siendo la acción del transporte el impacto más severo tanto en importancia como en magnitud en el proceso de deshidratación de piña y manzana.

El mejor tratamiento para la disposición final de los residuos sólidos es la generación de aceites esenciales, y en los residuos líquidos el uso de microalgas heterótrofas.

RECOMENDACIONES

Promover la generación de aceites esenciales y la utilización de las microalgas heterótrofas para minimizar la contaminación del ambiente, por la alta presencia de residuos sólidos y líquidos que se producen en el proceso agroindustrial de la deshidratación de piña y manzana.

Extender el estudio, centrando la investigación en el análisis bromatológico y estructural de los residuos sólidos de piña y manzana.

Buscar alternativas de utilización de los subproductos de la piña y manzana, para su procesamiento en productos terminados.

BIBLIOGRAFÍA

AGUIRRE, María; et al. "Evaluación del impacto ambiental en la arquitectura patrimonial a través de la aplicación de la Matriz de Leopold como un posible sistema de Monitoreo Interdisciplinar". *ASRI: Arte y Sociedad. Revista de Investigación* [en línea], 2018, (Ecuador), 14(1), pp. 17-34. [Consulta: 24 abril 2022]. ISSN 2174-7563. Disponible en: https://oa.upm.es/57027/1/INVE_MEM_2018_306090.pdf

ALFONSO CORRE, Laura Alejandra., & VARGAS GUERRERO, Lizethe Tatiana. Desarrollo de una propuesta para el tratamiento de aguas residuales proveniente del proceso de producción de pulpas de fruta de la empresa Alimentos SAS S.A.S [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Fundación Universidad de América, Bogotá, Colombia. 2018. pp.50-137. [Consulta: 2022-12-02]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.11839/6836>

ALLAUCA VARGAS, Ana Marlene. Análisis de la cadena agroproductiva de la Manzana (Malus) en tres provincias de la Sierra-Centro Zona 3 [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2018. pp. 116 [Consulta: 2022-04-23]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/10406>

ANGULO PALOMEQUE, J. "Estudio de impacto ambiental y plan de manejo ambiental expost del hospital Vicente Corral Moscoso de la ciudad de Cuenca ubicado en la provincia del Azuay". *CONSULINGEMA CONSULTORA CÍA LTDA* [en línea], 2021, (Ecuador), pp.139-151. [Consulta: 10 mayo 2022]. Disponible en: <http://hvcm.gob.ec/wp-content/uploads/2021/05/HVCM-ESTUDIO-AMBIENTAL.pdf>

ARCE NAVAS, Nathaly Carolina., & REYNA ALDÁS, Raúl Eduardo. Diseño de un sistema híbrido para la deshidratación de frutas [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador. 2020. pp. 15 [Consulta: 2022-05-01]. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/50391/1/D-109721%20Arce%20Reyna.pdf>

ARUNA, TE. "Production of value-added product from pineapple peels using solid state fermentation". *Innovative Food Science y Emerging Technologies* [online], 2019, (United States), 57, pp. 102193. [Consulta: 10 mayo 2022]. ISSN 1466-8564. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2019.102193>

ARDLEY, Sonya; et al. "Wastewater characterization and treatment at a blueberry and carrot processing plant blueberry and carrot processing plant". *Water Resources and Industry* [en línea], 2019, 21, p.1-7. [Consulta: 22 abril 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.wri.2019.100107>

AYULO GOBELLI, Mauricio Eduardo., & NICOLINICOGORNO, Stefania. Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta productora de pulpa congelada de açai (Euterpe Oleracea) para exportar a Estados Unidos [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad de Lima, Lima, Perú. 2020. p.59. [Consulta: 2022-05-01]. Disponible en: https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/14019/Bueno_Estudio-prefactibilidad-instalaci%20c3%b3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y

BONE LEMOS, Norela Jaritza., & LÓPEZ VILLALTA, César Iván. Evaluación de residuos agroindustriales de la empresa procesadora de frutas Profrutas CIA Ltda para su aprovechamiento integral [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador. 2021. pp. 22-70. [Consulta: 2022-05-23]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/57475/1/BINGQ-IQ-21P61.pdf>

CÁCERES BARDÁLEZ, Gerardo. Determinación de los niveles de generación de residuos sólidos domésticos de la ciudad de Moyobamba [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Universidad Nacional de San Martín, Moyobamba, Perú. 2017. pp. 16-18 [Consulta: 2022-04-23]. Disponible en: <http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/2670/MAESTRIA%20GESTION%20AMBIENTAL%20-%20Gerardo%20C%20c3%a1ceres%20Bard%20c3%a1lez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CAMPOS, Débora; et al. Integral Valorization of Pineapple (*Ananas comosus* L.) By-Products through a Green Chemistry Approach towards Added Value Ingredients. *Foods* [en línea], 2020, 9(1), pp. 1-11. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7022615/>

CASCO ARGOTI, Eliana Estefanía. Determinación de carbono y nitrógeno de los residuos orgánicos del Distrito Metropolitano De Quito. Año 2014-2015 [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Internacional SEK, Quito, Ecuador. 2015. pp.54-54. [Consulta: 2022-05-10]. Disponible en: <https://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/1426>

CASTILLO, Yamicela; et al. "Inclusión de residuos de panadería en algunos metabolitos e indicadores bromatológicos de la fermentación en estado sólido del bagazo de manzana". *Revista*

Cubana de Ciencia Agrícola [en línea], 2011, (Cuba), 45(2), pp.141-144. [Consulta: 10 mayo 2022]. ISSN 0034-7485. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193022245007.pdf>

CEDEÑO CASTRO, Bryan Michel. “Análisis del funcionamiento en los procesos productivos de material árido y pétreo de la cantera CONSTRUCTORA ROBLES JIMENEZ Y ASOCIADOS, cantón Esmeraldas”. [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Esmeraldas, Ecuador. 2020. pp.26-28. [Consulta: 2022-05-10]. Disponible en: <https://repositorio.pucese.edu.ec/bitstream/123456789/2230/1/CEDE%C3%91O%20CASTRO%20BRYAN%20MICHEL.pdf>

CHACHA TIGLLA, Oscar Saul. Degradabilidad ruminal in situ del pasto king grass (*Pennisetum purpureun cv. King grass*) con la inclusión de subproductos de piña (*Ananas comosus L.*) Y emoliente de palma (*Elaeis guineensis jacq.*) [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador. 2016. pp.13. [Consulta: 2022-05-10]. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/1301/1/T-UTEQ-0031.pdf>

CHALEN, Judith; et al. "Eliminación de la materia orgánica e inorgánica presentes en el agua residual de una industria de pulpa de fruta empleando un catalizador enzimático". *Dominio de las Ciencias* [en línea], 2017, (Ecuador), 3(3), pp.5-12. [Consulta: 10 mayo 2022]. ISSN: 2477-8818. Disponible en: <http://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/index>

COTRINA, Guillermo; et al. "Manejo integral de residuos sólidos para minimizar la contaminación del ambiente en el distrito de Panao, Huánuco, Perú". *Ambiente y desarrollo* [en línea], 2020, (Perú), pp. 1-10. [Consulta: 22 abril 2022]. ISSN 2346-2876. Disponible en: <https://doi.org/10.11144/Javeriana.ayd24-46.mirs>

CURY, Katia; et al. "Residuos agroindustriales su impacto, manejo y aprovechamiento". *Revista Colombiana de Ciencia Animal-RECIA* [en línea], 2017, (Colombia), 9(S1), pp.122-132. [Consulta: 22 abril 2022]. ISSN 2027-4297. Disponible en: <https://doi.org/10.24188/recia.v9.nS.2017.530>

ESCOBAR CABRERA, Jose. "Deshidratación de frutas en el cantón Guano". *RECIENA* [en línea], 2021, (Ecuador), 1(1), pp. 40-42. [Consulta: 22 abril 2022]. ISSN 2773-7608. Disponible en: <http://revistas.esPOCH.edu.ec/index.php/reciena/article/view/556>

FOUDA MBANGA, Bienvenu Gael, & TYWABI NGEVA, Zikhona. Application of Pineapple Waste to the Removal of Toxic Contaminants: A Review. *Toxics* [en línea], 2022, 10(562), pp.1-11. [Consulta: 22 abril 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/toxics10100561>

FLORES BRAVO, Jesús. Elaboración de un manual de prácticas para el análisis químico de la leche y productos lácteos [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría). Universidad Autónoma de Puebla, México. 2019. p.63. [Consulta: 2022-05-10]. Disponible en: <https://repositorioinstitucional.buap.mx/handle/20.500.12371/15383>

FRANCO, Lady; et al. "Situación de la disposición final de residuos sólidos en el Área Metropolitana de Bucaramanga: caso relleno sanitario El Carrasco (revisión)". *Avances Investigación en Ingeniería* [en línea], 2018, (Colombia), 15(1), pp.180-193. [Consulta: 22 abril 2022]. ISSN 2619-6581. Disponible en: <https://doi.org/10.18041/avances.v15i1>

GARCÍA MARTÍNEZ, Eva., & FERNÁNDEZ SEGOVIA, Isabel. Determinación de la humedad de un alimento por un método gravimétrico indirecto por desecación [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España. 2012. pp.3-4. [Consulta: 22 abril 2022]. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/16339/Determinaci%C3%B3n%20de%20humedad.pdf>

GALVIS GONZÁLEZ, José. "Residuos sólidos: problema, conceptos básicos y algunas estrategias de solución". *Revista Gestión y Región* [en línea], 2016, (Colombia) (22), pp.101-119. [Consulta: 22 abril 2022]. ISSN 2216-1139. Disponible en: <https://revistas.ucp.edu.co/index.php/gestionyregion/article/view/149>

GONZÁLEZ, Andreína; et al. "Environmental management in the competitiveness of PYMES in Ecuador". *INNOVA Research Journal* [en línea], 2017, (Ecuador), pp.236-248. [Consulta: 22 abril 2022]. ISSN 2477-9024. Disponible en: <https://doi.org/10.33890/innova.v2.n8.1.2017.371>

GONZÁLEZ, María. "Residuos agroindustriales con potencial para la producción de metano mediante la digestión anaerobia". *Rev. argent. microbiol.* [en línea], 2015, 47(3), pp.229-235. [Consulta: 22 abril 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ram.2015.05.003>

GOWMAN, Alison; et al. "Physicochemical Analysis of Apple and Grape Pomaces". *BioResources*, [en línea], 2019, 14(2), pp.3210-3230. [Consulta: 22 abril 2022]. Disponible en

<https://bioresources.cnr.ncsu.edu/resources/physicochemical-analysis-of-apple-and-grape-pomaces/>

HANNA INSTRUMENTS Descargas [manuales y hojas de seguridad]. 2017. [Consulta: 22 abril 2022]. Disponible en: <https://hannainst.ec/descargas/>

HERNÁNDEZ, Celia; et al. "Obtención de bioetanol a partir de hidrolizados de residuos de fruta". *JICITA* [en línea], 2017, (España), 1(1), pp. 1-2. [Consulta: 22 abril 2022]. ISSN 9788-9773. Disponible en: <https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/51216/Obtenci%C3%B3n.pdf?sequence=2>

HERRA BOGANTES, Juan Gabriel. Puesta en marcha y definición de los parámetros operativos para la estabilización de la planta de tratamiento de aguas residuales de una empresa procesadora de fruta [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. 2018.p.46. [Consulta: 2022-12-02]. Disponible en: <http://repo.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/9000/1/44111.pdf>

Ji, Chao; et al. "A Review of the Anaerobic Digestion of Fruit and Vegetable Waste". *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 2017, 18(3), pp. 906–922. [Consulta: 22 abril 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s12010-017-2472-x>

JAMI CAISAPANTA, Yomaira Jacqueline. Caracterización de los recubrimientos comestibles de biopolímeros y aceites esenciales para la conservación de fresa (*Fragaria*) y papaya (*Carica papaya*) [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2021. pp. 3-7 [Consulta: 2022-04-23]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/15548/1/27T00501.pdf>

JUÁREZ HERNÁNDEZ, Celia. Caracterización físico-química y nutrimental del residuo agroindustrial proveniente de la industria productora de sidra de manzana (*Pyrus malus* L.) del estado de Puebla [En línea] (Trabajo de titulación). Puebla, Mexico. 2016. pp. 53-57 [Consulta: 2022-05-10]. Disponible en: <https://repositorioinstitucional.buap.mx/handle/20.500.12371/12749>

JUSTILLO CARLOS, Karla Antonella., & RAMÍREZ DEFILIPPI, Santiago René. Propuestas de políticas públicas para fortalecer la cadena de valor de la piña en Ecuador 2021-2025 [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad de Guayaquil, Guayaquil,

Ecuador. 2021. pp. 12-20 [Consulta: 2022-04-23]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/58262>

KUHRE LEE, W. *ISO 14001 Certification: Environmental Management System*. Seagate Technology University of San Francisco, 2018, pp. 20. From <https://modps71.lib.kmutt.ac.th/xmlui/handle/123456789/125>

LAZO, Gerson; et al. Caracterización fermentativa y nutricional de mezclas ensiladas de corona de piña con guineo cuadrado Musa (ABB) I. Parámetros fermentativos, análisis bromatológico y digestibilidad in vitro [en línea], 2018, (Costa Rica). *Nutrición Animal Tropical*, 12(1), pp. 59-79. [Consulta: 10 mayo 2022]. ISSN 2215-3527. Disponible en: <https://doi.org/10.15517/nat.v12i1.33847>

LIPINSKI, Adam; et al. "Utilization of post-production waste from fruit processing for energetic purposes: analysis of Polish potential and case study". *Journal of Material Cycles and Waste Management* [En línea], 2018, 20, pp. 1878–1883. [Consulta: 10 mayo 2022]. Disponible en: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s10163-018-0729-2.pdf>

LÓPEZ GUAIGUA, Estefany Alejandra., & TONATO JARRÍN, Rosa Valeria. Evaluación del impacto ambiental y plan de manejo ambiental en la Cantera Estancia 1-cantón Mejía, mediante el uso de tecnología espacial (Drone), incluyendo el cálculo de volumen de producción de material pétreo [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Politécnica Salesiana, Quito, Ecuador. 2019. pp. 10-15 [Consulta: 2022-04-23]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16961/1/UPS-ST003958.pdf>

LÓPEZ, Sandra; et al. Determinación de un modelo predictivo de secado para la manzana producida en la Sierra Centro. *Mundo digital* [En línea], 2021, 4(2), pp. 247-260. [Consulta: 2022-05-10]. Disponible en: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v4i2.1670>

LÓPEZ LOMA, Stephanie Ivonne. Validación del método respirométrico para determinar DBO5 en aguas residuales y naturales en el Distrito Metropolitano de Quito [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado). Escuela Politécnica Nacional Quito, Ecuador. 2018. pp. 20-21 [Consulta: 2022-05-10]. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19481>

MAGYAR, Margaret; et al. "Conversion of apple pomace waste to ethanol at industrial relevant conditions". *Appl. Microbiol. Biotechnol.* [En línea], 2016, 100, pp. 7349–7358. [Consulta: 2022-05-10]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27364625/>

MALA, Aishatu; et al. "Effects of Fruit and Vegetable Wastes and Biodegradable Municipal Wastes Co-Mixed Composts on Nitrogen Dynamics in an Oxisol". *Agronomy* [En línea], 2020, 10(10), pp. 1-9. [Consulta: 2022-05-10]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/agronomy10101609>

MALENICA, Dunga., & BHAT, Rajeev. "Review article: Current research trends in fruit and vegetables wastes and by-products management-Scope and opportunities". *Agronomy Research*[En línea], 2020, 18(S3), pp. 1760–1795. [Consulta: 2022-05-10]. Disponible en: https://agronomy.emu.ee/wp-content/uploads/2020/04/AR2020_Vol18SI3_Malenica.pdf

MARTINEZ LADRÓN, Elibeth. Efecto de la adición de la cáscara de manzana sobre el estrés oxidativo y el perfil de proteínas en un modelo murino diabético [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Instituto Politécnico Nacional, México, México. 2016. pp. 35-36 [Consulta: 2022-05-10]. Disponible en: <http://148.204.124.104/handle/20.500.12273/117>

MARTÍN, J; et al. “Nuevo sistema de tratamiento de aguas residuales de la industria del procesado de frutas y verduras con microalgas heterótrofas y energías renovables”. Centro tecnológico CARTIF [en línea],2018, (España), p.6.[Consulta: 02 de diciembre del 2022]. Disponible en: <http://www.conama.org/conama/download/files/conama2018/CT%202018/1222224732.pdf>

MENESES PERALTA, Juan. "Valorización biotecnológica a partir de residuos del proceso de elaboración de Sidra de manzana (*Malus domestica*).". *Revista de Innovación y Transferencia Productiva* [en línea], 2021, (Perú), 2(2), pp. 005. [Consulta: 10 mayo 2022]. ISSN 2810-8027. Disponible en: <https://doi.org/10.54353/ritp.v2i2.e005>

MILLA MARCA, Carlos., & MICHELLE O’CONNOR, Tabja. Estudio de pre-factibilidad para la instalación de una planta procesadora de piña deshidratada con canela [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría). Universidad de Lima, Lima, Perú. pp. 1-78. 2014. [Consulta: 2022-04-25]. Disponible en: https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/6975/Milla_Marca_Carlos.pdf?sequence=1&isAllowed=y

MIÑOPE CAPUÑAY, Percy Edilberto. Propuesta de un sistema de tratamiento de aguas residuales para su reutilización y reducción de costos sobre el consumo de agua en Agroindustria Quicornac SAC [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Católica Santo Toribio

de Mogrovejo, Chiclayo, Perú. 2019. p.69.[Consulta: 2022-12-02]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12423/2676>

MONTOYA PERÉZ, Luisa., & DURÁN HERRERA, Esteban. “Producción de Hidrógeno a partir de la fermentación de residuos agroindustriales de la piña”. Universidad de Costa Rica. [en línea],2017, (Costa Rica) 30(3), p.1-13. [Consulta: 02 de diciembre del 2022]. ISSN 0379-3982.Disponible en: <http://dx.doi.org/10.18845/tm.v30i3.3277>

MORA VELIZ, Lucia Maricela., & VENTURA IZQUIERDO, Carmen Ángela. Propuesta para la elaboración de una harina a base de cáscara de piña (ananás comosus) y su aplicación en la pastelería [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador. 2018. pp. 4-7 [Consulta: 2022-04-25]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/35976>

MORALES PARRALES, Wilson Fabricio. F. Evaluación de impacto ambiental y desarrollo del plan de manejo ambiental para las operaciones del Puerto Comercial de Esmeraldas [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2018. pp.34-36. [Consulta: 2022-04-25]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/10178>

MORALES, Carlos; et al. "Biogas Production from Vegetable and Fruit Markets Waste— Compositional and Batch Characterizations". *Sustainability* [En línea], 2019, 11(23), pp. 1-8. [Consulta: 10 mayo 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/su11236790>

OMRE, P; et al. "Waste utilization of fruits and vegetables-A review". *South Asian J. Food Technol. Environ.* [en línea], 2018, 4(1), pp. 605-615. [Consulta: 22 abril 2022]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/344843352>

OWOEYE, T, et al. "Phytochemical constituents and proximate analysis of dry pineapple peels". *In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* [online], 2022, (Nigeria), 993(1), pp. 1-9. [Consulta: 10 mayo 2022]. ISSN 1090-7807. Disponible en: <https://10.1088/1755-1315/993/1/012027>

OZ PERU GROUP S.A.C. Medidor de DQO. Sensores para agua. 2022. [Consulta: 10 mayo 2022]. Disponible en: <https://www.oz-peru.com/medidor-de-dqo/>

PÁEZ ROJAS, Diana Zulima. Análisis situacional para el aprovechamiento energético [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado). Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Bogotá. 2017.p.72.-80 [Consulta: 2022-04-23]. Disponible en <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/13440/1023869229.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

PERALTA OLIVO, Adrián Steward. Composición química de la piña (Ananas comosus) y los subproductos a nivel de campo como materia prima alternativa para la producción animal [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador. 2020. pp. 15 [Consulta: 2022-05-10]. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/5289>

PÉREZ, M. *Recogida y transporte de residuos urbanos o municipales.* Málaga-España: IC Editorial, 2017, pp. 45.

PERMATA, Da; et al. "Characteristics of liquid waste from biopulping of oil palm empty fruit bunches using black liquor". *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* [En línea], 2022. pp. 1-8. [Consulta: 2022-04-25]. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/1059/1/012046/pdf>

PILLAJO NARVÁEZ, Jorge Vladimir. Desempeño ambiental del proceso productivo de una empresa procesadora de pulpa de fruta, provincia de Pichincha, Ecuador, basado en el acuerdo ministerial 097-a/2015 del Ministerio del Ambiente (MAE). [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Universidad Internacional SEK, Quito, Ecuador. 2020. pp. 11-20 [Consulta: 2022-04-25]. Disponible en: https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/3708/2/Tesis%20Pillajo%20Jorge%20%2028_02_2020.pdf

PIRACON CELY, Nelcy Patricia. Subproductos de piña (ananas comosus) como alternativa de alimentación en rumiantes [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Casanare, Colombia. 2020. pp. 44-45 [Consulta: 2022-05-10]. Disponible en: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/38081>

REVELO MORALES, Jorge Andrés. Propuesta de un plan de manejo integral de residuos sólidos para la población del cantón piñas. provincia de el oro [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador. 2019. pp. 30-45 [Consulta:

2022-04-26]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17504/1/UPS-CT008349.pdf>

RIERA, María; et al. "Residuos agroindustriales generados en Ecuador para la elaboración de bioplásticos". *Revista Ingeniería Industrial* [en línea], 2018, (España), 17(3), pp. 227-247. [Consulta: 26 abril 2022]. ISSN 0717-9103. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7170984>

RODRÍGUEZ GARCÍA, Ingrid Yeraldin., & SILVA UVA, Greis Geraldine. Estudio de la correlación entre la DQO de una muestra de agua residual doméstica y su absorbancia en el rango de 250-600 nm [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Distrital Francisco José De Caldas. 2019. p.21 [Consulta: 2022-04-26]. Disponible en: <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/23173>

ROJA, Andrés; et al. "Prospectivas de aprovechamiento de algunos residuos agroindustriales". *Rev Cub Quim* [en línea], 2019, 31(1), pp. 1-11. [Consulta: 22 abril 2022]. ISSN 1090-7807. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-54212019000100031

SALGADO HERNÁNDEZ, Enrique. Mejoramiento de la etapa de hidrólisis de los Residuos Sólidos Orgánicos Municipales (RSOM) mediante pretratamiento ácido, en la producción de bioenergéticos a nivel piloto [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Tecnológico Nacional de México, Veracruz, México. 2019. pp. 51-52 [Consulta: 2022-05-10]. Disponible en: <http://repositorios.orizaba.tecnm.mx:8080/xmlui/handle/123456789/289>

SANTIAGO, Vanessa. Determinación de cenizas totales. 2022. pp.1-5. [Consulta: 2022-05-10]. Disponible en: https://www.academia.edu/35856607/Determinaci%C3%B3n_de_cenizas_totales

SANTOS, Diana; et al. "Pineapple (Ananas comosus L.) By-Products Valorization: Novel Bio Ingredients for Functional Foods". *Molecules* [en línea], 2021, 26(11), pp. 1-8. [Consulta: 2022-04-25]. Disponible en <https://doi.org/10.3390/molecules26113216>

SÁREZ, F. Evaluación técnico, económico - financiero para la implementación de una planta deshidratadora de banano orito (*musa acuminata aa*) para la exportación [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría). Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. pp. 1-78. 2014. [Consulta: 2022-04-25]. Disponible en: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/2597/1/T-UCSG-PRE-TEC-EADR-11.pdf>

SEGURA, Ángela; et al. "Referentes mundiales en sistemas de gestión de residuos sólidos". *Revista espacios* [en línea], 2020, (Venezuela), 41(17), pp. 1-9. [Consulta: 25 abril 2022]. ISSN 2739-0071. Disponible en: <https://ww.revistaespacios.com/a20v41n17/a20v41n17p22.pdf>

SENPLADES. *Zona 3 - Centro provincias de Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo y Pastaza 2013 - 2017 - Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo.* [Consulta: 22 abril 2022]. Disponible en: https://kipdf.com/cotopaxi-tungurahua-chimborazo-y-pastaza_5ac5d2db1723dda832882043.html

SHARMA, R. "Agro-Industrial Wastes as Feedstock for Enzyme Production". *Fruit and Vegetable Processing Waste* [en línea], 2016, pp. 23–59. [Consulta: 2022-04-25]. Disponible en: <https://10.1016/B978-0-12-802392-1.00002-2>

SILVA, Desiree; et al. "Evaluación de la calidad de la materia prima para la elaboración de concentrado de piña". *Revista Científica A.S.A* [en línea], 2017, (Venezuela), p.70. [Consulta: 02 de diciembre del 2022]. ISSN: 2343-6115. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/153490102.pdf>

SOTO, Viviana; et al. "Análisis comparativo de los métodos de evaluación de impacto ambiental aplicados en el subsector vial en Colombia". *Revista de investigación agraria y ambiental* [en línea], 2018, (Colombia), pp. 281-294. [Consulta: 22 abril 2022]. ISSN 7145-6097. Disponible en: <http://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/2174>

SUKRI, Suniza; et al. "Effect of feeding pineapple waste on growth performance, texture quality and flesh colour of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings". *Saudi Journal of Biological Sciences* [en línea], 2022, (United States), 29(4), pp. 2514-2519. [Consulta: 10 mayo 2022]. ISSN 1319-562X. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.12.027>

SUTANTO, Agus; et al. "The Formulation of Pineapple Liquid Waste (PLW) as Liquid Organic Fertilizer for Agricultural Crops". *Scientific Journal of PPI-UKM* [en línea], 2016, pp. 2356 - 2536. [Consulta: 2022-04-23]. Disponible en: <https://repository.ummetro.ac.id/files/artikel/06d6f8395100b443ca1777244ac29f85.pdf>

SURI, Shweta; et al. "Current applications of citrus fruit processing waste: A scientific outlook waste: A scientific outlook". *Applied Food Research* [en línea], 2022, 2(1), pp. 1-12. [Consulta: 2022-05-10]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100050>

TARAPUEZ VVIVERO, Luisa Fernanda., & FORERO ROJAS, Laura Fernanda. Chemical composition and bioactive compounds of cashew apple juice and bagasse from Colombian varieties [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia. 2021. pp. 23 [Consulta: 2022-05-10]. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3907248>

TELLO VALAREZO, OSCAR DARWIN. Propuesta para la implementación de una planta procesadora de piña (*Ananás comosus*) deshidratada como alternativa de consumo de alimentos naturales en el cantón Quevedo provincia de Los Ríos, año 2013 [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado). Universidad Técnica Estatal De Quevedo, Quevedo, Ecuador. 2015. p.99.[Consulta: 2022-05-10]. Disponible en <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3456/1/T-UTEQ-0048.pdf>

TRUJILLO SILVA, Jean Carlos. Caracterización de los residuos generados en el proceso de deshidratación de tres tipos de frutas [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Escuela Politecnica Superior de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2021. pp. 16-22 [Consulta: 2022-04-24]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/15532/1/27T00485.pdf>

TORTOSA MARTÍNEZ, Sara. Caracterización y evaluación de la calidad de las aguas de vertido de lavadoras industriales de fruta en centrales citrícolas del arco mediterráneo español [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Politécnica de Valencia, Escuela Politécnica Superior de Gandia, Valencia, España.2020. pp.32-33. [Consulta: 2022-12-02]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10251/134614>

TULEJ, Weronika., & GŁOWACKI, Szymon. "Analysis of Material-Characterization Properties of Post-Production Waste—The Case of Apple Pomace". *Materials* [en línea], 2022, 15(10), pp. 3532. [Consulta: 2022-04-23]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9143984/>

UGARTE ADRÍAN, Oscar Franciso. Producción de piña en Ecuador y uso de maquinarias para optimizar recursos periodo 2013-2017 [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador. 2018. pp. 7-15 [Consulta: 2022-04-23]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/34546/1/UGARTE%20ADRIAN.pdf>

UTRERAS SARSOZA, María Fernanda. La producción de manzanas y su influencia en los ingresos de los productores de la parroquia San Antonio de Bayushig, provincia de Chimborazo

en el periodo 2016. [En línea] (*Trabajo de titulación*). (Pregrado) Universidad Nacional de Chimbrazo, Chimborazo, Ecuador. 2017. pp. 21-23 [Consulta: 2022-04-23]. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/4100>

VARGAS, Óscar; et al. "Análisis de la inclusión de aspectos ambientales en microempresas agroindustriales de la ciudad de Villavicencio, Colombia". *Producción+ Limpia* [en línea], 2017, (Colombia), pp. 115-123. [Consulta: 22 abril 2022]. ISSN 1909-0455. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1909-04552017000100115&script=sci_abstract&tlng=en

VARGAS CORREDOR, Yury Alexandra., & PERÉZ PERÉZ, Liliana Ibeth. Aprovechamiento de residuos agroindustriales en el mejoramiento de la calidad del ambiente. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 1(1)-pp. 59-72. [Consulta: 22 abril 2022]. ISSN 1900-4699. Disponible en: <https://doi.org/10.18359/rfcb.3108>

VÉRTICE, P. *Gestión mediambiental: manipulación de residuos y productos químicos*. Málaga-España: Editorial Vértice, pp. 45.

WICHITSATHIAN, B; et al. "Enhancement of biogas production from pineapple waste by acid-alkaline pretreatment". *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* [en línea], 2020, 471, pp. 1-11. [Consulta: 24 abril 2022]. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/471/1/012005/pdf>



ANEXOS

ANEXO A: RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS EFECTUADOS A LOS RESIDUOS SÓLIDOS DE MANZANA

pH	Humedad %	Ceniza%	Materia Orgánica %
3,50	81,82	3,58	96,42
3,50	84,57	4,04	95,96
3,50	82,36	3,74	96,26
3,50	85,02	3,36	96,64

Elaborado por: Pilla, Jonathan, 2022

ANEXO B: RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS EFECTUADOS A LOS RESIDUOS SÓLIDOS DE PIÑA

pH	Humedad %	Ceniza%	Materia Orgánica %
4,00	88,72	5,60	94,40
4,00	87,86	5,59	94,41
4,00	87,63	5,95	94,05
4,00	88,11	5,33	94,67

Elaborado por: Pilla, Jonathan, 2022

ANEXO C: RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS EFECTUADOS A LOS RESIDUOS LÍQUIDOS DE MANZANA

DQO (mg/L O ₂)	DBO (mg/L O ₂)	Temperatura (°C)	Turbiedad (NTU)	Sólidos Totales Suspendidos(mg/L)	Conductividad (µS/cm)	pH
2945	150	19,5	21,1	286	472	6,8
3010	165	19,5	21,9	288	473	6,8
3045	175	19,6	22,2	289	475	6,8
3060	150	19,6	22,6	290	478	6,8

Elaborado por: Pilla, Jonathan, 2022

ANEXO D: RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS EFECTUADOS A LOS RESIDUOS LÍQUIDOS DE PIÑA

DQO (mg/L O₂)	DBO (mg/L O₂)	Temperatura (°C)	Turbiedad (NTU)	Sólidos Totales Suspendidos(mg/L)	Conductividad (μS/cm)	pH
7800	180	19,6	96	396,9	653,3	4,94
9060	120	19,6	105	402,3	662,2	4,94
7890	160	19,7	107	400,5	657,7	4,94
7680	120	19,7	97,7	402,0	664,5	4,94

Elaborado por: Pilla, Jonathan,2022

ANEXO E: MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Componente	Medios	Elementos ambientales	Transporte de material de material	Revisión de las frutas	Lavado con agua	Retirar la cascara	Cortar las frutas	Sumergir la fruta en agua	Colocar la fruta en el horno	Reposo de la fruta a Temp. Ambiente
Físico – Químico	Suelo	Calidad del suelo	X		X	X				
	Agua	Calidad del agua	X		X	X		X		
	Aire	Calidad del aire	X						X	
Biótico	Flora y fauna	Flora y Fauna	X							
Socioeconómica y Cultural	Estéticos y de interés humano	Vistas panorámicas y paisajes	X			X				
		Salud	X							
	Socio Económico	Seguridad	X						X	
		Empleo	X	X	X	X	X	X	X	X

Elaborado por: Pilla (2022)

ANEXO F: EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Acciones	Componente	Medios	Elementos ambientales	Naturaleza	Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Sinergia	Acumulación	Causa - efecto	Periodicidad	Recuperabilidad	Importancia	Magnitud
Transporte de material	Físico - químico	Suelo	Calidad del suelo	-	8	4	8	2	2	1	4	4	1	2	-56	4.6
		Agua	Calidad del agua	-	8	4	8	4	2	2	4	4	1	2	-59	5.2
		Aire	Calidad del aire	-	8	2	4	4	2	2	4	4	1	2	-51	4.4
	Biótico	Flora y fauna	Flora y fauna	-	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	-20	2
		Estéticos y de interés humano	Vistas panorámicas y paisajes	-	2	2	2	2	1	2	1	1	1	1	-21	2
	Socio económico y cultural	Socio económico	Salud	-	4	2	4	1	2	1	1	1	1	1	-28	2.3
		Socio económico	Seguridad	-	2	2	4	1	2	1	1	1	1	1	-22	1.7
			Empleo	+	2	2	8	1	2	1	1	1	1	1	+26	1.7
	Lavado con agua	Físico - químico	Suelo	Calidad del suelo	-	4	1	8	1	1	1	4	4	1	2	-36
Agua			Calidad del agua	-	8	2	4	2	2	1	4	4	1	2	-48	3.8

	Biótico	Flora y fauna	Flora y fauna	-											0	0
			Vistas panorámicas	-	2	2	2	2	1	2	1	1	1	1	-21	2
	Socio económico y cultural	Estéticos y de interés humano	y paisajes													
			Salud	-	4	2	4	1	2	1	1	1	1	1	-28	2.3
			Seguridad	-	2	2	4	1	2	1	1	1	1	1	-22	1.7
			Empleo	+	2	2	8	1	2	1	1	1	1	1	+26	1.7
			Calidad del suelo	-	4	1	2	1	1	1	1	4	1	4	-29	1.9
	Físico - químico	Agua	Calidad del agua	-	2	2	2	1	2	1	4	4	1	4	-29	1.7
		Aire	Calidad del aire	-											0	0
Retirar la cascara			Vistas panorámicas	-	2	2	2	2	1	2	1	1	1	1	-21	2
	Socio económico y cultural	Estéticos y de interés humano	y paisajes													
			Salud	-	4	2	4	1	2	1	1	1	1	1	-28	2.3
			Seguridad	-	2	2	4	1	2	1	1	1	1	1	-22	1.7
			Empleo	+	2	2	8	1	2	1	1	1	1	1	+26	1.7
			Calidad del suelo	-											0	0
Sumergir la fruta en agua	Físico - químico	Agua	Calidad del agua	-	4	2	2	1	1	1	1	4	1	4	-31	2.3

		Aire	Calidad del aire	-											0	0
	Biótico	Flora y fauna	Flora y fauna	-											0	0
	Socio económico y cultural	Estéticos y de interés humano	Vistas panorámicas y paisajes	-	2	2	2	2	1	2	1	1	1	1	-21	2
	Socio económico	Salud	Salud	-	4	2	4	1	2	1	1	1	1	1	-28	2.3
	Socio económico	Seguridad	Seguridad	-	2	2	4	1	2	1	1	1	1	1	-22	1.7
	Socio económico	Empleo	Empleo	+	2	2	8	1	2	1	1	1	1	1	+26	1.7
		suelo	Calidad del suelo	-											0	0
	Físico – químico	Agua	Calidad del agua	-											0	0
		Aire	Calidad del aire	-	1	2	2	1	1	1	1	4	1	4	-22	1.4
Colocar la fruta en el horno	Biótico	Flora y fauna	Flora y fauna	-											0	0
	Socio económico y cultural	Estéticos y de interés humano	Vistas panorámicas y paisajes	-	2	2	2	2	1	2	1	1	1	1	-21	2
	Socio económico	Salud	Salud	-	4	2	4	1	2	1	1	1	1	1	-28	2.3
	Socio económico	Seguridad	Seguridad	-	2	2	4	1	2	1	1	1	1	1	-22	1.7
	Socio económico	Empleo	Empleo	+	2	2	8	1	2	1	1	1	1	1	+26	1.7

Elaborado por: Pilla (2022)

ANEXO G: MUESTRAS SECAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS



ANEXO H: PESADO DE LAS MUESTRAS SECAS



ANEXO I: RESIDUOS PROCEDENTES DE LA MANZANA



ANEXO J: ENFRIADO DE LAS MUESTRAS EN EL DESECADOR



ANEXO K: CALCINACIÓN DE LAS MUESTRAS



ANEXO L: MEDICIÓN DE pH DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DE PIÑA Y MANZANA





esPOCH

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL**

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 29 / 05 / 2023

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Jonathan Ariel Pilla Guachambala
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias Pecuarias
Carrera: Agroindustria
Título a optar: Ingeniero Agroindustrial
f. responsable: Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz



0761-DBRA-UTP-2023